Die
physiologische Anstalt
der
Universität Heidelberg
von 1853 bis 1858.

Von

Dr. Friedrich Arnold.

Heidelberg,

Academische Verlags-Buchhandlung von J. C. B. Mohr.

1858.

Vorwort.

Vorliegender Rechenschaftsbericht über die hiesige physiologische Anstalt und die in derselben seit 1853 vorgenommenen Arbeiten sollte schon vor mehreren Jahren dem Drucke übergeben werden. Die Veröffentlichung desselben wurde dadurch verzögert, dass einzelne Abhandlungen, welche bestimmt waren, hier eine Aufnahme zu finden, theils durch äussere Veranlassung eine andere Verwendung erhielten, theils durch den Umfang, zu dem sie unter der Hand anwuchsen, sich nicht mehr für diese Schrift eigneten. So war meine Abhandlung „zur Physiologie der Galle" für diesen Bericht bestimmmt. Der mir von der hiesigen medicinischen Facultät gewordene Auftrag, zur 50jährigen Jubelfeier des Herrn Geheimenraths *Dr. Friedrich Tiedemann* eine Druckschrift abzufassen, veranlasste mich, die genannte Abhandlung zu diesem Zwecke für sich im Drucke erscheinen zu lassen. So wollte ich meine Untersuchungen „über die Athmungsgrösse des Menschen" gleichfalls hier niederlegen. Sie erhielten aber unter der Hand eine solche Aus-

dehnung, dass sie sich in den Raum dieser Schrift nicht mehr einschliessen liessen und ich mich bestimmt sah, sie in einer besonderen Druckschrift zu veröffentlichen. — Da nun noch andere Arbeiten gleichfalls zu voluminös wurden, um in diesen Rechenschaftsbericht aufgenommen werden zu können, so entschloss ich mich, dieselben anderwärts abdrucken zu lassen und hier nur das Ergebniss der speciellen ausgeführten Untersuchungen mitzutheilen.

Nachdem jetzt die seit Jahren beabsichtigte Trennung des physiologischen von dem anatomischen Lehrstuhle an der hiesigen Universität vollführt worden, darf ich nicht mehr länger zögern, diesen wissenschaftlichen Rapport zu veröffentlichen. Er erscheint hier in der Form, in der ich ihn von Anfang an zu geben vor hatte und in der er zum Theil im Winter 1853/54 ausgearbeitet wurde.

Heidelberg, im April 1858.

Friedrich Arnold.

Einleitung.

Bei meiner Berufung an die hiesige Universität im Spätjahr 1852 wurde mir der Auftrag, ein physiologisches Cabinet mit einem Laboratorium nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Physiologie einzurichten.

Die Grossherzoglich Badische Regierung bewilligte mir hierzu eine Summe von 500 fl. — Hiermit und mit einem jährlichen Aversum von 200 fl., das ich seit den 5 Jahren meiner Wirksamkeit an hiesiger Universität für den Ankauf von Instrumenten in soweit verwenden konnte, als es nicht zur Anschaffung und Unterhaltung von Thieren erforderlich war, wurde es mir möglich, ein physiologisches Instrumentarium in der Ausdehnung herzustellen, in der das folgende Verzeichniss es ausweist.

Die zur Aufstellung der Apparate nothwendigen Schränke, so wie die zu den physiologischen und mikroskopischen Arbeiten erforderlichen Tische, wurden von der Bau- und Oeconomie-Commission der Universität angeschafft. Die mir zu Gebote stehenden Geldmittel konnte ich mithin zum grösseren Theile zur Erwerbung von Apparaten verwenden.

Um mit der bezeichneten Summe nicht blos ein gutes, sondern auch ein ausreichendes Instrumentarium herzustellen, musste ich natürlich sehr sparsam zu Werke gehen. — Die Erfahrungen, die ich mir bei der Gründung des physiologischen Cabinets in Tübingen erworben, kamen mir zur Erreichung der Aufgabe, die ich mir gesetzt, nämlich um möglichst billige Preise gute Apparate zu erhalten, sehr zu statten.

Mechanicus *Keinath* in Tübingen erhielt von mir den Auftrag, eine Milligrammwaage, eine Luftpumpe mit mehreren Recipienten, darunter den im zweiten Kapitel beschriebenen, für die Zuleitung des electrischen Reizes in den luftverdünnten Raum, ferner einige Endosmometer, einen Thermomultiplicator mit den dazu gehörigen Theilen des *Becquerel*'schen Apparats, einen electrischen Multiplicator, die dazu gehörigen Apparate von *Dubois-Reymond*, ein Spirometer nach *Hutchinson*, ein Pneumatometer, ein Hämatodynamometer nach *Poiseuille*, ein Kymatographion *), eine Druck- und Saugpumpe, ein Hämatodromometer, Instrumente, die er mir mit wenigen Ausnahmen für die physiologische Anstalt in Tübingen besorgt hatte, für das hiesige Cabinet zu verfertigen. — Bei Mechanicus *Eberbach* in Stuttgart bestellte ich eine grössere Waage mit ausziehbarem Maassstabe und den dazu nöthigen Gewichten, sowie den im zweiten Kapitel beschriebenen Zugkraftmesser. — Instrumentenmacher *Dubois* in Tübingen verfertigte mir den Apparat, wie ich ihn zum Auffangen des Magensafts und Chymificats bei Hunden mit Magenfisteln gebrauche, und ausserdem eine Zange zum Eröffnen des Wirbelkanals bei Fröschen, und einige andere Instru-

*) Das Kymatographion, welches *Keinath* in Tübingen verfertigt und seit dem Jahr 1850 ausser für die Tübinger und die hiesige physiologische Anstalt noch an mehrere andere physiologische Cabinete geliefert hat, ist von ihm zuerst auf meine Veranlassung und nach einer mehrfachen Rücksprache, die ich mit ihm über die Einrichtung dieses Instruments genommen, gebaut. Es unterscheidet sich von dem *Ludwig*'schen und *Volkmann*'schen Kymatographion besonders dadurch, dass der Gang des Uhrwerks und somit die Bewegung des Cylinders nicht durch einen Rotationspendel, sondern durch Windflügel regulirt wird und dass das Uhrwerk nach einem vollen Umgang des Cylinders von selbst sich arretirt. *Keinath* hat, wie er mir schreibt, später noch einige Verbesserungen angebracht, indem er dem Cylinder einen weit grösseren Umfang gab, das Gewicht an einen Flaschenzug hing, so dass es noch einmal so lange läuft, bis es an dem Boden ankommt, und dass der Windfang beim Loslassen des Laufwerks durch eine Vorrichtung einen Druck erhält, in Folge dessen letzteres mit grösserer Geschwindigkeit beginnt.

mente. — Universitätsmechanicus *Desaga* dahier lieferte für die physiologische Anstalt drei Apparate über die Stimmbildung nach *J. Müller*, einen Inductions-Apparat, ein Stereoscop, zwei *Grove*'sche Elemente, einen Diffusionsapparat für Gase und zwei Diffusionsapparate für Flüssigkeiten, die sowohl bei unmittelbarer Berührung derselben, als auch bei der Trennung durch eine Membran zu qualitativen und quantitativen Versuchen gebraucht werden können. Diese drei Diffusionsapparate, die ich in dem zweiten Kapitel beschrieben habe, wurden in der Werkstätte des Herrn *Desaga* unter dessen Leitung zu meiner vollen Zufriedenheit hergestellt. — Instrumentenmacher *Goerk* hieselbst besorgte für das physiologische Cabinet den Apparat zum Auffangen der Galle, wie ich ihn neuerdings anwende, sowie mehrere Instrumente zum Durchschneiden des Quintus in der Schädelhöhle und zur Trennung der Vaguskerne nach *Bernard*. — Von Mechanicus *Diehn* in Frankfurt erhielt ich einen Schlittenapparat nach *Dubois-Reymond;* von *Geissler* in Bonn drei ausgezeichnete Thermometer; von *Spitka* in Prag einen Augenspiegel nach *Hasner;* von *Oechsner* in Pforzheim zwei Gasometer nach *Delffs*. — Die zu physiologischen Arbeiten nöthigen chemischen Apparate und Geräthschaften, sowie mehrere chemische Reagentien liess ich mir von *Noellner* in Darmstadt kommen. — Mehrere andere Instrumente, z. B. ein Optometer, ein Ophthalmoscop, sind theils schon bestellt, theils hoffe ich sie mir in Bälde erwerben zu können.

Die Beschreibung des hiesigen physiologischen Instrumentariums und Laboratoriums, sowie den Bericht über die Versuche, welche in lezterem zum Behufe der Vorlesungen über Experimentalphysiologie angestellt wurden, gebe ich aus zweifachem Grunde. — Erstens nämlich will ich hiermit öffentlich Rechenschaft ablegen über die Ausführung des mir gewordenen Auftrags, ein physiologisches Cabinet und Laboratorium an hiesiger Universität einzurichten. Zweitens möchte ich durch den Bericht über die Versuche, die ich während eines Cursus über Experimentalphysiologie mache, meine Fachgenossen zu ähnlichen Berichterstattungen veranlassen, weil

aus solchen bei mehrseitigen Mittheilungen nur ein Gewinn für die Behandlung der Physiologie in den Vorträgen vom experimentellen Standpunkte gezogen werden kann.

In einer Wissenschaft, in der die Experimentalmethode in den Vorträgen noch so jung ist, müssen sich diejenigen, die dieser huldigen, dadurch, dass sie die Experimente, die sie ihren Zuhörern machen, und zum Theil auch die Art, in der sie sie ausführen, angeben, gegenseitig unterstützen. Indem ich hier die Versuche aufzähle, die ich seit Jahren bei meinen Vorträgen über Physiologie in einer mit jedem Jahre zunehmenden Ausdehnung angestellt habe und die mit wenigen Ausnahmen seit der Gründung des hiesigen physiologischen Laboratoriums jeden Sommer gemacht wurden, beabsichtige ich vor Allem, meine Fachgenossen von derselben Richtung zu ähnlichen Berichten zu veranlassen, weil ich überzeugt bin, dass nur auf diesem Wege die Experimentalphysiologie in den Vorträgen am schnellsten den Standpunkt erreicht, den die Chemie und Physik schon lange erlangt haben.

Es ist unstreitbar, dass die Experimentalphysiologie, in dieser Weise vorgetragen, weit grössere Schwierigkeiten setzt und weit mehr Hindernisse bietet, als die Experimentalphysik und Experimentalchemie; denn die Versuche an lebenden Thieren, bei denen so viele und verschiedene Factoren zusammenwirken, erheischen eine weit grössere Umsicht und haben häufig keinen so sicher bestimmbaren Erfolg, wie die meisten Experimente in der Physik und Chemie in den Händen geübter Beobachter. Wer in Gegenwart von Anderen an lebenden Thieren experimentirt, muss die Versuche, die er macht, schon zu wiederholten Malen angestellt haben, wenn er die Erscheinungen und Wirkungen gewisser Vorgänge im lebenden Organismus mit Erfolg darlegen will.

Die Schwierigkeiten, die die Experimentalphysiologie in den Vorträgen bietet, dürfen jedoch nicht abhalten, der Behandlung derselben den Grad der Vollkommenheit zu geben, den diese Wissenschaft gleich der Physik und Chemie beanspruchen muss, wenn der Unterricht in derselben einen reellen Werth haben soll.

Der Lehrer der Physiologie muss dieselben Mittel und Wege wählen, um seine Zuhörer zur richtigen Erkenntniss der Vorgänge im lebenden Organismus zu führen, wie der Lehrer jeder intuitiven Wissenschaft. Er muss mithin durch Versuche und Beobachtungen, die er seinen Zuhörern in möglichster Vollständigkeit gibt, das erforderliche Material für die sinnlichen Wahrnehmungen derselben vorführen und zugleich darauf hinweisen, in welchem Zusammenhange die erkannten Erscheinungen stehen und auf welche Gesetze dieselben zurückzuführen sind. Nur durch autoptische Prüfung der Erscheinungen und Wirkungen der Vorgänge im lebenden Organismus und durch die stete Vergleichung derselben mit den verwandten physikalischen und chemischen Processen ausser dem Organismus mittelst der Darlegung durch physikalische und chemische Apparate wird es dem Studirenden möglich, erstens eine klare und richtige Einsicht in die Vorgänge des lebenden Organismus zu gewinnen, d. h. eine richtige Erkenntniss der Beobachtungen und Thatsachen in der Physiologie zu erhalten, und zweitens ein selbstständiges Urtheil über die Ansichten und Lehren in der Physiologie durch die eigene Anschauung der physiologischen Phänomene und Processe zu erlangen.

Die Versuche in den Vorträgen über Experimentalphysiologie dürfen sich nicht auf den experimentellen Nachweis einiger Sätze, das Vorzeigen von Reactionen, die Angabe von Maassbestimmungen beschränken, sondern es müssen jedenfalls die wichtigsten physiologischen Lehrsätze, Processe und Thatsachen durch Versuche erläutert und diese in allen ihren Beziehungen vorgeführt werden. Die gesammte Physiologie muss gleich wie die Chemie und Physik in solchen Vorträgen behandelt werden. Es soll nicht Alles, was geboten werden könnte, geboten werden; denn dazu bedarf es einer geraumeren Zeit, als sie von der grossen Mehrzahl der Mediciner dieser Wissenschaft gewidmet wird und gewidmet werden kann. Dagegen lassen sich die einzelnen Vorgänge und deren wichtigsten Erscheinungen durch Experimente an lebenden Thieren, durch physikalische und chemische Versuche, soweit diese zur Vergleichung erforderlich sind, sehr gut in den Vorträgen erläutern. Derartige

experimentelle Vorträge über Physiologie sind in der jetzigen Zeit ein unabweisbares Bedürfniss für das medicinische Studium. Sie werden nicht ersetzt durch die praktischen Uebungen in den physiologischen Laboratorien, da für dieselben nur von den wenigsten Medicinern die erforderliche Zeit erübrigt werden kann.

Von diesen Grundsätzen liess ich mich bei meinen Vorträgen über Experimentalphysiologie leiten. In der Ueberzeugung, dass nur auf diesem Wege diejenigen, welche ein Interesse an der intuitiven Methode haben, einen wahren und reinen Gewinn ziehen, stellte ich sowohl die Versuche an lebenden Thieren, als auch die hierher gehörigen physikalischen und chemischen Experimente in der Ausdehnung, wie die im dritten Kapitel gegebene Aufzählung der für die Vorträge über Physiologie vorgenommenen Versuche es ausweist, an. Ich scheute die vielen Opfer an Zeit und Arbeit nicht, welche die Vorträge über Physiologie, in dieser Weise gegeben, verlangen, Opfer, die um so bedeutender waren, als ich die Vorbereitungen zu den Versuchen ohne einen Assistenten, nur durch einen tüchtigen Diener unterstützt, während der fünf Sommersemester vollführte.

Erstes Kapitel.

Beschreibung des physiologischen Laboratoriums und Instrumentariums.

Von den Räumlichkeiten des neuen Anatomiegebäudes liessen sich ausser den Stallungen für Thiere und zwei Bassins für Frösche, die sich vorfanden, nur wenige zu den Zwecken einer physiologischen Anstalt verwenden, nämlich erstens ein ziemlich geräumiger Saal, der bisher als zweites Auditorium benutzt wurde, zweitens ein kleines daranstossendes Zimmer, das für einen Assistenten bestimmt war, und drittens zwei Cabinete zu beiden Seiten des Eingangs in's Hauptgebäude, welche bisher keine besondere Bestimmung hatten.

Die Geräumigkeit des Saales und das günstige Licht desselben machten es möglich, ihn zu zwei Zwecken, nämlich erstens zur Aufstellung der Instrumente und zweitens zu den physiologischen und mikroskopischen Arbeiten zu benutzen. Geeigneter wäre es allerdings gewesen, wenn die Instrumente in einem besonderen, von dem Laboratorium abschliessbaren Raume hätten aufgestellt werden können, um sie besser gegen den Staub und manche chemische Einwirkungen zu schützen. — Das kleine an diesen Saal anstossende Zimmer musste, da keine andere geeignete und disponible Räumlichkeit sich vorfand, zur Aufbewahrung von chemischen Reagentien, Gläsern, Retorten und dergleichen, sowie zu denjenigen chemischen Arbeiten, bei denen den Instrumenten ein Nachtheil zugefügt werden kann, und zur Aufstellung eines Wasserbades verwendet werden. — Die beiden Cabinete am Eingange in's Hauptgebäude wurden zum Aufenthalte solcher Thiere bestimmt, die zu

Beobachtungen benutzt werden. Obgleich beide Cabinete nur in geringer Entfernung von dem Laboratorium sich befinden, so wäre es doch zweckmässiger und bequemer, wenn sie mit dem Laboratorium in unmittelbarer Verbindung stünden. — Wegen des Mangels weiterer disponiblen Räumlichkeiten musste ich das gemeinsame Laboratorium zugleich als Arbeitszimmer für mich verwenden, was allerdings weniger angenehm und zweckmässig ist, als wenn noch ein besonderes Arbeitszimmer vorhanden wäre.

Die physiologische Anstalt besteht mithin:

1) aus einem grösseren Saale, der zugleich als Instrumentarium, als Laboratorium und als Arbeitslocal für mich dient;
2) aus einem kleinen, mit dem vorigen in unmittelbarer Verbindung stehenden Zimmer für diejenigen chemischen Arbeiten, welche im Laboratorium in Rücksicht auf die Instrumente nicht vorgenommen werden dürfen;
3) aus zwei kleinen Cabineten zum Aufenthalt von Thieren, an denen beobachtet wird;
4) aus Stallungen für Hunde, Kaninchen und grössere Thiere hinter dem Hauptgebäude im östlichen Theil des Gartens der Anstalt;
5) aus zwei Bassins für Frösche in demselben Garten.

Der Saal für das physiologische Instrumentarium und Laboratorium ist 9,54 Meter oder 31,8′ bad. lang und 6,3 Meter oder 21′ bad. breit, hat zwei Doppelfenster gegen Westen, ein Doppelfenster gegen Norden und drei Thüren. Jedes Doppelfenster besitzt eine Breite von 2,7 Meter. Von den Thüren führt eine zweiflügelige in den vorderen, eine einflügelige in den hinteren Theil des Corridors und die dritte ebenfalls einflügelige in's Zimmer für die chemischen Arbeiten. In diesem Raume befinden sich:

1) ein grösserer und zwei kleinere Tische in der Mitte des Saals zu grösseren und kleineren Experimenten;
2) drei Tische in den Fensternischen, jeder mit drei Schubladen, zu mikroskopischen Demonstrationen und Uebungen;
3) ein kleiner Tisch in der Ecke zwischen der Thüre in das

Nebenzimmer und dem ersten westlichen Doppelfenster mit einer Milligramm-Waage und den dazu gehörigen Gewichten, mit Gläschen zur Bestimmung des specifischen Gewichtes und einem Thermometer nach *Celsius;*

4) ein Tisch mit einer Quecksilber- und Wasserwanne, mehreren Eudiometern, gekrümmten Pipetten u. dgl. an der südlichen Wand zwischen der Thüre in's Nebenzimmer und der zweiflügeligen Thüre in den vorderen Theil des Corridors. An dieser Wand befindet sich an der einen Seite ein Barometer und an der anderen ein Wasserbecken;

5) ein chemischer Arbeitstisch mit mehreren Schubladen für Glasröhren, Glasstäbe, Büretten, einfache und graduirte Pipetten, Korkbohrer, Korke, Filtrirpapier, Löthrohr, Platinbleche, Platindraht und drgl. an dem Pfeiler zwischen den beiden westlichen Doppelfenstern;

6) ein Wandschränkchen mit gut schliessenden Glasthüren und vielen Gefächern zum Aufbewahren getrockneter und injicirter mikroskopischer Präparate über dem vorigen Tische;

7) ein einthüriger Glasschrank mit sechs Gefächern für die Aufbewahrung der Mikroskope in der Ecke zwischen dem nördlichen und dem zweiten westlichen Doppelfenster;

8) zwei grosse zweithürige Glasschränke zur Aufbewahrung und Aufstellung der physiologischen Jnstrumente und Apparate an der langen östlichen Wand des Saals;

9) zwischen beiden Glasschränken auf einem etwas erhabenen Tritt eine Brückenwaage mit den dazu gehörigen Gewichten.

Das Zimmer für chemische Arbeiten ist 4,35 Meter oder 14,5′ bad. lang, 3,3 Meter oder 11′ bad. breit, hat ein einfaches Fenster gegen Westen und drei einflügelige Thüren, von denen die eine in den vorderen Theil des Corridors, die zweite in's anatomische Cabinet und die dritte in das physiologische Laboratorium führt. In demselben befinden sich:

1) ein Heerd mit einem Wasserbad mit doppelten Wänden von Kupfer und einem Kühlapparat;

2) ein Arbeitstisch mit einem Repositorium für chemische Reagentien;

3) zwei kleinere Tische mit Repositorien für verschiedene Gläser, Tiegel, Schaalen, Retorten, Lampen, Filtrirgestelle und drgl.;

4) ein kleiner Tisch mit einer gewöhnlichen Waage darüber und einer Schublade für Medicinalgewichte;

5) ein Arbeitstisch mit zwei Schubladen in der Fensternische;

6) ein Waschtisch mit einem Wasserbecken.

Die Instrumente und Apparate, welche der physiologischen Anstalt zugehören und die in diesen beiden Räumlichkeiten theils in den Schränken aufgestellt, theils auf und in den Tischen vertheilt sich finden, sind:

*1) — 11) elf Mikroskope, darunter ein grosses mit einem Schraubenmikrometer von *Plössl*, ein mittelgrosses mit einem Schraubenmikrometer von *Schiek*, ein grosses von *Oberhäuser* mit Glasmikrometer und Polarisationsapparat, zwei kleine von *Schiek*, drei kleine von *Oberhäuser* und zwei kleine von *Benèche-Wasserlein*.

Ausser diesen Mikroskopen können noch ein grosser *Oberhäuser* und ein grosser *Schiek*, welche der anatomischen Anstalt gehören, bei den mikroskopischen Demonstrationen und Arbeiten benutzt werden;

12) eine einstiefelige Luftpumpe, und 13) — 17) fünf verschiedene Recipienten dazu, nämlich erstens ein gewöhnlicher, zweitens ein Recipient mit einer Vorrichtung zum freien Aufhängen thierischer Theile, drittens ein Recipient, der mit einem Endiometer in luftdichte Verbindung gesetzt werden kann, viertens ein Recipient für die Zuleitung eines electrischen Stroms in den luftverdünnten Raum, fünftens ein Recipient zu demselben Zwecke und zugleich mit einem Eudiometer verbunden;

---

*) Alle mit einem * bezeichneten Instrumente und Apparate fanden sich vor. Die übrigen wurden von mir seit dem Spätjahr 1852 angeschafft.

18) — 20) *Grove*'sche Elemente, ein gewöhnlicher Inductionsapparat und ein Schlittenapparat nach *Dubois-Reymond;*
*21) ein magneto-electrischer Rotationsapparat;
22) ein Diffusionsapparat für Gase nach meiner Angabe;
23) zwei Gläser mit messingener Fassung und gut schliessenden Hahnen zum Ineinanderschrauben für den *Berthollet*'schen Versuch;
24) ein Diffusionsapparat für Flüssigkeiten bei unmittelbarer Berührung derselben;
25) — 28) vier Endosmometer nach *Dutrochet, Mateucci* und *Cima, Jolly* und meiner Angabe;
29) ein Thermomultiplicator mit 100 Windungen, und die verschiedenen dazu gehörigen Theile des *Becquerel*'schen Apparats;
30) ein electrischer Multiplicator mit 18000 Windungen;
31) — 35) die dazu gehörigen Apparate nach *Dubois-Reymond,* nämlich die Zuleitungsgefässe mit Platinplatten, mehrere Schliessungsrohre, der Strom zuführende Apparat, der allgemeine Träger, der Apparat zum Befestigen des Frosches nebst zwei Klemmen;
36) drei Apparate zum Auffangen des Magensafts und des Chymificats bei Hunden mit einer Magenfistel nach meiner Angabe;
37) einige Apparate zum Auffangen der Galle bei Hunden mit einer Gallenblasenfistel nach meiner Angabe;
38) feine silberne Röhrchen zum Einführen in die Speichelgänge;
39) und 40) ein Spirometer nach *Hutchinson* und ein Pneumatometer;
41) — 45) mehrere Eudiometer und ein Buchsbaumbecher mit Stativ für die Eudiometer;
46) ein Apparat zum Auffangen der Ausathmungsluft über Quecksilber aus Buchsbaumholz;
47) zwei *Liebig*'sche Kaliapparate;
48) ein Hämatodynamometer nach *Poiseuille;*
49) ein Kymatographion nach *Ludwig*, zum Theil nach meiner Angabe construirt;

50) eine Saug- und Druckpumpe mit Klappenventilen nebst verschieden weiten und langen elastischen Schläuchen zur Herrichtung eines künstlichen Circulationsapparats;
51) ein Hämatodromometer nach *Volkmann;*
52) zwei Herzstossmesser nach meiner Angabe;
53) ein Zugkraftmesser (Holkometer) nach meiner Angabe;
54) ein Stereoscop, und 55) ein Augenspiegel nach *Hasner;*
56) eine Zange zum Eröffnen des Wirbelkanals bei Fröschen;
*57) ein Trepanationsapparat, *58) zwei Instrumente zur Trennung der Vaguskerne, und *59) ein Instrument zum Durchschneiden des Quintus in der Schädelhöhle bei Kaninchen;
60) — 62) drei Apparate zu Versuchen über die Stimmbildung nach *J. Müller;*
63) mehrere Arterienhaken und Unterbindungspincetten;
*64) und 65) zwei Etuis mit Zirkeln und Maassstab;
66) eine Wasseswaage in einem Etui;
67) zwei Arëometer: das eine für Flüssigkeiten, die specifisch leichter, und das andere für solche, die specifisch schwerer als Wasser sind, nebst Cylinder in einem Etui;
68) ein Urometer;
69) und 70) zwei Gasometer nach *Delffs;*
71) ein Schwefelwasserstoffgasapparat.

Die Nro. 1 — 11 aufgeführten Mikroskope befinden sich in dem einthürigen Glasschrank Nro. 7, die Nro. 12 — 71 verzeichneten Instrumente und Apparate in den beiden grossen zweithürigen Glasschränken Nro. 8 des Laboratoriums; die übrigen Instrumente und Utensilien sind in den beiden Räumlichkeiten des Laboratoriums vertheilt und zum Theil in den Schubladen der Tische untergebracht. Es gehören hierher:

72) eine grosse Waage mit einem ausziehbaren Maassstab und mit Gewichten von Messing;
*73) eine mittlere gewöhnliche Waage mit Gewichten;
74) eine feine Waage mit Grammgewichten, Centi- und Milligrammhäkchen in einem eigenen Kasten;

*75) ein Unzenbecher;
76) eine Brütmaschine;
*77) und 78) zwei Thermometer nach *Réaumur;*
79) — 82) vier Thermometer nach *Celsius*, darunter drei nach *Celsius* mit $^1/_{10}$ Graden von *Geissler* in Bonn;
83) ein Barometer;
84) und 85) eine Wasser- und eine Quecksilberwanne;
86) gewöhnliche und graduirte Cylinder, Pipetten und Büretten;
87) Probirgläschen mit Gestellen und Probirgläser mit Fuss;
88) mehrere Spritzflaschen;
89) einfache und tubulirte Retorten mit Vorlagen, und 90) Retortenhalter;
91) zwei- und dreihalsige Flaschen von verschiedener Grösse;
92) gewöhnliche Trichter von verschiedener Grösse und Trichter mit eingeschliffenem Hahnen;
93) Bechergläser, Kochfläschchen, Zuckergläser, Glasröhren, Glasstäbe u. dgl.;
94) Gläschen zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Flüssigkeiten;
95) Abdampfschaalen von Porzellan, Reibschaalen von Porzellan und Achat, eiserne Schaalen;
96) Platintiegel, Porzellantiegel, eiserne Tiegel;
97) Platinbleche, Platindraht, Löthröhre, Korkbohrer;
98) eine gewöhnliche Weingeistlampe und eine *Berzelius*'sche Lampe;
99) gegen 60 verschiedene chemische Reagentien;
*100) vier Doppelmesser nach *Valentin.*

Zweites Kapitel.

Beschreibung einiger Instrumente und Apparate zu physiologischen Versuchen.

Von den Instrumenten, die in dem vorhergehenden Verzeichnisse aufgeführt sind, will ich hier einige, deren ich mich seit Jahren mit Erfolg bediene, näher beschreiben, um meine Fachgenossen in den Stand zu setzen, verschiedene Experimente, die ich in dem folgenden Kapitel anführen werde, mit Hülfe dieser Instrumente leicht auszuführen. Die Ergebnisse, die ich bisher hiermit erhalten habe, werde ich zum Theil in dieser Schrift, zum Theil in späteren Abhandlungen mittheilen.

1) Apparat zum Auffangen des Magensafts und Chymificats bei Hunden mit einer Magenfistel.

Taf. I, Fig. 1 — 3.

Bei den Versuchen an Thieren mit einer Magenfistel vermisste ich zum bequemen Auffangen des Chymificats sowie des Magensafts eine geeignete Vorrichtung zum Einführen in die Fistelöffnung, durch die das Thier nicht belästigt und dem Beobachter jeder Zeitverlust erspart wird. Bisher bediente man sich meines Wissens zum Verschluss der Canüle, welche in die Fistelöffnung zu liegen kommt, allgemein eines Korkstöpsels; den Magensaft und das Chymificat fing man mit einer Cautschukröhre auf, die in den Magen geführt wird. Es versteht sich von selbst, dass man hierbei viele Zeit und Mühe aufwenden muss und dass man das Chymificat vermengt mit dem gröberen noch nicht chymificirten Inhalte des Magens erhält.

Um diese Nachtheile zu beseitigen, bediene ich mich seit Jahren zum Auffangen des Magensafts und des Chymificats eines besonderen Apparats, den ich in die in der Fistelöffnung befestigte Canüle einführe, so oft ich einen Versuch anstellen will, und der durch einen Haken an die Canüle fest angeschlossen wird. Der Apparat ist so wenig belästigend für die Thiere, dass man sie während des Versuchs sich selbst überlassen kann, da die Hunde, welche ihn einige Male anliegen hatten, denselben weder durch Nagen, noch durch Scharren mit dem Fuss zu entfernen suchen. Der Beobachter hat keine weitere Mühe, als den Inhalt des Schlauchs, der an dem Apparate zum Auffangen des Magensaftes oder Chymificats befestigt ist, von Zeit zu Zeit abzuzapfen.

Die Canüle, die ich bisher benützte, hat die Form der von *Blondlot* angegebenen, d. h. sie besitzt an ihrem äusseren und inneren Ende einen hervorragenden Rand, hat eine Länge von 20 — 24 Mm. und misst im Lichten 10 Mm. Die unter einem rechten Winkel vorspringenden Ränder haben eine Breite von 8 Mm. (Taf. I, Fig. 1.) Die von *Bardeleben* beschriebene Röhre ist nur an dem einen Ende mit einem hervorragenden Rande versehen; in die Röhre passen zwei Doppelhaken, deren Verbindungsstück so lang wie die Canüle (etwa ³/₄″) ist und die durch einen gut schliessenden Kork an die Wände der Canüle so angedrückt wird, dass der ganze Apparat aus der Wunde nicht herausfallen kann. Bei dieser Vorrichtung werden die einzelnen Stücke in ihrer Lage zu einander und der Apparat in der Fistelöffnung nur durch den Kork erhalten, mit dem man die Röhre verschliesst. Geht der Kork verloren, was bei Hunden, die so gerne an Wunden lecken und nagen oder mit der Pfote scharren, sehr leicht geschieht, so fällt der ganze Apparat heraus. *Bidder* und *Schmidt* brachten folgende Modificationen an dem Apparate von *Bardeleben* an: das Rohr wird an dem einen Ende nicht blos mit einem umgebogenen Rande versehen, sondern es wird derselbe noch an zwei einander gegenüberstehenden Seiten in breite Fortsätze ausgezogen, durch die er auf die Bauchwand zu liegen kommt. An zwei anderen einander gegen-

überliegenden Stellen des Randes befindet sich eine kleine Oeffnung zur Aufnahme und Befestigung von zwei Platten, die der äusseren Wand der Röhre anpassen, an dem einen Ende rechtwinkelig umgebogen sind und am anderen Ende in einen kurzen mit einem Schraubengang versehenen Cylinder auslaufen. Diese Platten werden zuerst in die Fistelöffnung eingelegt, und zwar so, dass die rechtwinkelig umgebogenen Enden in die Magenhöhle hineingreifen. Zwischen ihnen wird dann die Röhre eingeschoben, die cylindrischen Enden jener werden durch die Oeffnungen im Rande des äusseren Endes der Canüle geführt und durch eine Schraubenmutter befestigt. Die Vorrichtung hat vor dem *Bardeleben*'schen Apparate den grossen Vorzug, dass die Lage des Apparats in der Fistel vollkommen gesichert ist und dass sie der verschiedenen Länge des Fistelgangs genau angepasst werden kann. — Dasselbe gilt von der *Bernard*'schen Canüle *), welche aus zwei cylindrischen Röhren besteht, die ineinander geschraubt werden können und von denen jede an dem einen Ende eine horizontal abstehende Platte trägt, von denen die eine in den Magen, die andere nach aussen zu liegen kommt. Im Innern der einen Röhre befinden sich zwei vorspringende Metallstifte, vermittelst welcher durch einen Schlüssel die beiden Röhren mehr oder weniger aus- oder ineinander geschraubt werden können, wenn man die ganze Canüle nach Bedarf länger oder kürzer machen will.

Ich bediene mich der ganz einfachen *Blondlot*'schen Canüle, weil durch die an den beiden Enden horizontal vorspringenden Platten die Lage der Canüle in dem Fistelgang vollkommen gesichert ist, besonders sobald die Oeffnung der Fistel sich soweit verengt hat, dass sie die Röhre der Canüle fest umschliesst. Diese Canüle kann der verschiedenen Länge des Fistelkanals allerdings nicht angepasst werden, wie dies bei der Canüle von *Bidder* und *Schmidt* und der von *Bernard* der Fall ist; allein es hat dieser Vorzug

---

* Siehe *Koelliker's* und *H. Müller's* Bericht in den Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. B. V, S. 219.

beider Canülen erstens einen sehr geringen Werth, da es ziemlich gleichgültig ist, ob die Canüle aussen etwas über die Bauchdecke hervorragt oder sich mit ihrer äusseren Platte dicht an diese anschliesst, und zweitens kann derselbe dadurch in etwas ausgeglichen werden, dass man sich einige Canülen von verschiedener Länge für Thiere von verschiedener Grösse und Stärke hält.

Zum Verschluss der Röhre gebrauchte *Blondlot* einen Leinwandpropf, *Bardeleben*, *Bidder* und *Schmidt*, sowie *Bernard* einen Kork. Ich nehme hierzu einen Stöpsel von Neusilber, der durch einen Haken an die äussere Platte der Canüle fest angeschlossen werden kann. (Fig. 1 der 1. Taf.) Er ist in folgender Weise eingerichtet: eine dünne Platte, deren Grösse dem Umfang des vorspringenden Randes am äusseren Ende der Canüle entspricht, trägt an ihrer inneren Fläche einen im Innern hohlen, der Länge und Weite der Röhre der Canüle entsprechenden, am inneren Ende geschlossenen Vorsprung, der die ganze Röhre so verschliesst, dass vom Mageninhalt nichts in dieselbe treten kann, wenn der Stöpsel in die Canüle eingeführt ist. An der äusseren Fläche der Platte ist ein Haken von Neusilber in der Weise beweglich befestigt, dass sein hakenförmiges Ende dem Rand der Platte genähert und von ihm entfernt werden kann. In ersterem Falle umschliesst der Haken nicht blos den Rand der Platte, an der er sitzt, sondern auch den vorspringenden Rand am äusseren Ende der Canüle und hält beide so fest zusammen, dass nur, wenn der Haken geöffnet ist, der Stöpsel ausgezogen werden kann. Diese Art des Verschlusses ist eine sichere und bequeme; sie hat sich dei allen meinen Versuchen so bewährt, dass ich bei den Hunden mit Magenfisteln in Zeiten, in denen ich sie zu Versuchen nicht verwende, nie nachzusehen brauche, ob die Canüle noch geschlossen ist, und dass ich ihnen, sobald sie an die Anstalt sich gewöhnt haben, überall hin freien Lauf gestatten darf.

Der zum Auffangen des Magensafts oder Chymificats bestimmte Apparat, welcher nach Entfernung des Stöpsels in die Canüle gelegt und an sie befestigt werden kann, besteht erstens aus einer Röhre von Neusilber und zweitens aus einem elastischen Schlauch. (Taf. I, Fig. 2 u. 3.)

Die Röhre ist an ihrem inneren Ende, welches in die Magenhöhle hineinragt, mit vielen feinen Oeffnungen versehen, d. h. siebförmig durchbrochen; an ihrem äusseren aus der Canüle hervorragenden Ende besitzt sie zwei, 8 Mm. voneinander stehende und 8 Mm. vorspringende Ränder. Der eine derselben hat den Umfang des Rands am äusseren Ende der Canüle, welche sich in der Fistelöffnung befindet, und ist gleich der Platte am Stöpsel mit einem Haken versehen, um den Apparat an der Canüle zu befestigen. Der andere Rand ist bestimmt, den Schlauch zu tragen, welcher mit seinem einen Ende um denselben gelegt und, wenn es nöthig ist, durch einen Faden befestigt wird. Die Röhre, welche in die Canüle geschoben wird, entspricht genau dem Lumen der letzteren, ist aber um 22 Mm. länger, damit durch das innere durchlöcherte und in die Magenhöhle vorragende Ende das Chymificat oder der Magensaft in die Röhre und von dieser in den Schlauch abfliessen kann. Zum Behuf der bequemeren Reinigung lässt sich die Röhre in zwei Stücke zerlegen, die durch eine Feder zusammengehalten werden. (Siehe Taf. I, Fig. 3.)

Der elastische Schlauch, welcher an dem einen Ende um den zweiten vorspringenden Rand der Röhre gestülpt und an dem anderen durch einen Kork verschlossen wird, hat eine Länge von 10 — 11 Ctm. und eine Weite von 14 — 16 Mm. im Durchmesser. Das obere Ende bedarf keiner weiteren Befestigung, wenn der Schlauch im Verhältniss zum Durchmesser des vorspringenden Randes der Röhre nicht zu weit ist, da er sich dann fest um diesen anschliesst. Das Abzapfen des Chymificats oder Magensafts geschieht, wie sich von selbst versteht, auf die Weise, dass man den Inhalt des Schlauchs nach Entfernung des Korks in ein untergestelltes Gefäss abfliesen lässt.

Mit Hülfe dieses Apparats kann man ohne besonderen Zeitaufwand und ohne Mühe die Veränderungen der einem Thiere gebotenen Nahrungsmittel von einer viertel Stunde zur anderen, von einer halben Stunde zur anderen, oder von einer Stunde zur anderen verfolgen. Sollten während eines Versuchs die Oeffnungen am inneren

Ende der in die Canüle geführten Röhre durch Schleim oder Speisetheile verstopft werden, was man sogleich an dem verminderten Abfluss des Chymificats bemerkt, so wird der Apparat herausgenommen und gereinigt, was in wenigen Minuten geschehen ist. Es begegnete mir übrigens selten, dass ich während eines Vesuchs die Reinigung der Röhre vornehmen musste.

2) Apparat zum Auffangen der Galle.
Taf. I, Fig. 4.

In meiner Schrift zur Physiologie der Galle beschrieb ich eine Canüle, die ich bei einem Hund mit einer Gallenblasenfistel bleibend in dem Fistelkanal dadurch fixirte, dass ich die Platte, mit der die Canüle versehen war, zwischen Haut und Muskeln einheilte. Ausser in diesem Falle habe ich noch bei einem zweiten Hunde die Einheilung der Platte zwischen Haut und Muskeln erzielt. *Koelliker* und *H. Müller* theilen in ihrem zweiten Berichte mit, dass ihnen trotz mehrfacher Versuche bei einem Hunde mit einer Gallenblasenfistel die Einheilung nicht gelungen sei, da die Canüle jedesmal nach einigen Tagen wieder ausfiel, als einige Nähte durchgeschnitten hatten.

Dass die Einheilung der Platte der von mir beschriebenen Canüle zwischen Haut und Muskeln mit Schwierigkeiten verbunden ist, nicht geringe Mühe verursacht und viel Ausdauer fordert, unterliegt keinem Zweifel. Ob ich nun gleich in beiden Fällen einen glücklichen Erfolg hatte und die Mühe nicht scheue, die mit dem Einheilen der Platte verbunden ist, so liess ich es mir doch angelegen sein, eine Methode zur Fixirung einer Canüle in dem Fistelkanal zu finden, bei der das Ziel sicherer, schneller und mit geringerer Mühe erreicht werden kann.

Zu diesem Behufe liess ich vorerst die Canüle in der Weise ändern, dass am inneren Ende der Röhre eine zweite Platte von dem Umfange der ersten angebracht wurde. Diese Canüle führte ich bei einem Hund mit einer Gallenblasenfistel in den Fistelgang so ein, dass die innere Platte in die Höhle der Gallenblase, die

äussere aber aussen an die Bauchdecke zu liegen kam. Die Fixirung der Canüle in dem Fistelkanal gelang mir insofern vollkommen, als dieselbe bis zum Tode des Thiers während 7 Monaten liegen blieb; insofern aber befriedigte mich der Erfolg nicht, als 4 Wochen vor dem Tode des Thieres der Fistelgang sich hinter der Canüle schloss. Als Ursache hiervon ergab sich bei der Section, dass die Gallenblase, welche bei Hunden in der Regel tiefer zwischen den Leberlappen wie beim Menschen liegt, so dass ihr Grund bei Anlegung einer Fistel an die Bauchdecke angezogen werden muss, sich nach und nach von derselben wieder etwas entfernt hatte, der Fistelgang sich verlängerte und in Folge dessen die innere Platte aus der Blase heraus geschoben wurde und in den Gang zu liegen kam, dass endlich der Theil des Gangs zwischen Gallenblase und innerer Platte geschlossen war. Diese Erfahrung bestimmte mich der Canüle erstens eine beträchtlichere Länge zu geben, damit, wenn der Fistelgang in Folge der Entfernung der Blase von der Bauchdecke sich verlängert, die Röhre der Zurückziehung der Gallenblase kein Hinderniss setzt, und zweitens den Umfang der inneren Platte grösser machen zu lassen, damit sie aus der Höhle der Gallenblase nicht so leicht herausgleiten kann.

Die Canüle, die ich gegenwärtig bei einem Hunde mit einer Gallenblasenfistel anwende, hat folgende Form und Verhältnisse: Die Röhre ist 40 Mm. lang und im Lumen 3 Mm. weit. Der über die äussere Platte hervorragende und mit einer Schraubenwindung versehene Theil der Röhre hat eine Länge von 8 Mm. Die äussere Platte misst von einem Punkte des Randes bis zum gegenüberstehenden 15 Mm. und hat mit Rücksicht auf die schräge Richtung des Fistelgangs eine schräge Stellung; die innere Platte, welche in die Höhle der Gallenblase zu liegen kommt, besitzt die Form eines Bechers. Die beiden Platten stehen 30 Mm. von einander ab, so dass der Fistelgang eine Länge von 30 Mm. erhalten kann und erst bei dieser Entfernung des Gallenblasengrunds von der Oberfläche der Bauchdecke die äussere Platte der Canüle an diese sich anlegt.

Ausser an der Canüle brachte ich auch an der Schraubenmutter,

welche an die Canüle angeschraubt wird und die den elastischen Schlauch trägt, in den die Galle abfliesst, eine Aenderung an. Um nämlich zu ermitteln, ob die Annahme von *Koelliker* und *H. Müller* *), dass wegen des luftdichten Verschlusses bei dem von mir angewendeten Apparate dem Ausfluss der Galle ein Hinderniss entgegenstehe und desswegen eine geringere Gallenmenge ausgeschieden werde, begründet ist, versah ich die Schraubenmutter mit einer Vorrichtung, bei der die Luft mit Leichtigkeit aus dem Schlauch entweichen, die Galle aber nicht ausfliessen kann, ausser wenn er ganz gefüllt ist oder ein starker Druck auf ihn stattfindet. Diesen Zweck suchte ich dadurch zu erreichen, dass ich an der Schraubenmutter, um die der Schlauch befestigt wird, im Umfange der Oeffnung, durch welche die Galle abfliesst, mehrere conische Kanälchen mit einer inneren weiten und einer äusseren capillaren Oeffnung anbrachte. Die Luft entweicht, wenn man den Schlauch mit einer Flüssigkeit füllt, durch diese Kanälchen mit Leichtigkeit, und es tritt, selbst nach einer mässigen Füllung des Schlauchs mit einer Flüssigkeit, bei einer Wendung oder einem schwachen Drucke kein Tropfen derselben durch die Röhrchen heraus, wenn diese die geeignete Form haben. Wiederholte Anwendung dieser Vorrichtung bei einem Hunde mit einer Gallenblasenfistel hat mich von der Zweckmässigkeit derselben überzeugt, zugleich aber auch, wie ich später zeigen werde, den Beweis geliefert, dass die Annahme von *Koelliker* und *Müller*, der von mir angewendete Apparat setze wegen seines fast luftdichten Verschlusses dem Ausfluss der Galle ein Hinderniss und bedinge dadurch die kleinere Gallenmenge, die von mir erhalten wurde, durchaus unbegründet ist; denn die Ergebnisse, die ich hiermit gewann, entsprechen vollkommen meinen früheren. Ob Galle daneben ausfliesst, kann man ja so leicht erkennen, dass es wohl Niemanden beikommen wird, anzunehmen, der Abfluss der Galle sei nicht beachtet worden.

---

*) a. a. O. S. 463.

3) *Zwei Recipiente für die Zuleitung des electrischen Reizes in den luftverdünnten Raum.*

Taf. II, Fig. 1 u. 2.

Um das Verhalten der Muskeln im luftverdünnten Raum gegen den electrischen und auch den mechanischen Reiz zu prüfen, d. h. um zu ermitteln, ob die Muskeln, wenn sie im luftleeren Raume sich zu contrahiren aufhören, durch einen electrischen oder mechanischen Reiz wieder zu Contractionen bestimmt werden, vermisste ich einen bequemen und geeigneten Apparat; die Vorrichtungen, deren man sich bis jetzt bediente, schienen mir weder zweckmässig, noch zureichend für eine ganz bestimmte Beantwortung der Frage, ob die Irritabilität der Muskeln im luftverdünnten Raume fortdauert. Der Grund davon, dass diese Frage bisher so verschieden und selbst entgegengesetzt beantwortet wurde, liegt nach meiner Ueberzeugung zum grossen Theil in der Unvollkommenheit der Vorrichtung, deren man sich zur Untersuchung des Verhaltens der Muskeln im luftleeren Raum gegen den electrischen und mechanischen Reiz bediente.

Tiedemann *) prüfte das Verhalten des Froschherzens unter dem Recipienten der Luftpumpe nicht gegen den electrischen, sondern nur gegen den mechanischen Reiz, und diess, indem er das zur Ruhe gekommene Herz gegen eine am Boden des Recipienten befestigte Nadel bewegte, worauf keine Contraction erfolgte.

Valentin **) suchte meines Wissens zuerst die Einwirkung des electrischen Reizes im luftverdünnten Raume auf Froschpräparate kennen zu lernen. Er bediente sich dazu bei kleineren Theilen einer cylindrischen Glasröhre, die an dem einen Ende mit einem Zapfen, durch den zwei, an ihrer Spitze hakenförmig umgebogene Metalldrähte geführt waren, luftdicht verschlossen, das andere aber mit einer Handluftpumpe luftdicht verbunden wurde. Wollte

---

*) *Fr. Tiedemann* in *Müller's* Archiv für Physiologie 1847. S. 493.

**) *Valentin*, Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. B. II, S. 92.

er grössere Theile oder ganze Frösche der verdünnten Luft aussetzen, so gebrauchte er einen Kasten von dickem Glas, dessen Platten durch Messingrahmen fest zusammengehalten wurden. Der Kasten wird mit einer Handluftpumpe durch eine messingene, mit einem gut schliessenden Hahnen versehene Röhre in Verbindung gesetzt, und durch zwei Messingplatten, die die vordere und hintere Wand bilden, werden die zu galvanischen Versuchen nöthigen Leitungsdrähte in ihn geführt. *Valentin* fand mit Hülfe dieses Apparats, dass Froschpräparate im luftverdünnten Raume sehr lebhaft unter dem Einfluss des Magentelectromotors sich zusammenzogen.

Pickford *) leitete den electrischen Reiz in den luftverdünnten Raum eines Recipienten durch zwei Kupferdrähte, die in Glasröhren gekittet waren, welche durch einen den Recipienten luftdicht schliessenden Kork liefen. Die beiden Kupferdrähte setzte er an ihrem oberen Ende mit einem *Stöhrer*'schen Rotationsapparat in Verbindung. Er erhielt hiermit das auffallende Ergebniss, dass ein Froschherz im Vacuum bei Zuleitung eines electrischen Stroms selbst von der grössten Intensität vollkommen ruhig blieb, während ein enthäuteter Froschschenkel in Folge der Reizung starke Bewegungen zeigte.

Castell **) bediente sich, um die Wirkung eines galvanischen Stroms auf das Froschherz unter der Glocke der Luftpumpe zu prüfen, einer Glocke, in welche zwei Kupferdrähte führten, die, mit ihren Enden durch ein Schälchen von Korkholz gestossen, das Froschherz berührten. Nach eingetretener Ruhe wurde ein Strom durch die Drähte geleitet, jedoch ohne dadurch Contractionen des Herzens hervorzubringen.

Der Apparat, den ich seit sieben Jahren zu den Versuchen über das Verhalten der Irritabilität der Muskeln im luftverdünnten Raume anwende und den ich mir durch *Keinath* in Tübingen verfertigen liess, besteht aus einer Glocke, deren Hals oben durch eine luftdicht eingekittete Kapsel von Messing von der Form, wie sie

*) *Pickford*, in der Zeitschrift für rationelle Medicin. N. F. B. I, S. 244.
**) *J. Müller's* Archiv 1854. S. 230.

Fig. 1, Taf. II, zeigt, geschlossen ist. Diese Kapsel ist an ihrer oberen Fläche in der Mitte mit einem Vorsprunge von 20 Mm. Höhe, 36 Mm. Breite und 16 Mm. Dicke versehen. In demselben befinden sich zwei Höhlungen, welche durch Oeffnungen in der Kapsel in den Recipienten führen, für die Drähte, durch die der electrische Reiz in den luftverdünnten Raum geleitet wird. Jeder Draht besteht aus einer Nadel und einem starken messingenen Stift. Die Nadel ist am unteren Ende des Stifts fest eingefügt, reicht bis zum Boden der Glocke und ist in der Weise, wie es die Zeichnung angibt, gebogen, damit die Spitze nach verschiedenen Punkten des Tellers der Luftpumpe bewegt werden kann. Der Stift ist an dem Abschnitt, welcher in dem vorspringenden Theil der Kapsel steckt, mit einer Stopfbüchse versehen, die vollkommen die kurze cylindrische Höhle in dem Vorsprung erfüllt und durch eine messingene Platte mit einer Schraube gedeckt und in ihrem Raume eingeschlossen wird. Der über den Vorsprung der Kapsel hervorragende Theil des Stifts besitzt an seinem Ende einen Knopf, an dem man die Nadel dreht, und nahe unter diesem eine Oeffnung zum Einführen der Drähte eines Inductionsapparats.

Dieser Recipient schliesst, wenn er gut gearbeitet wird, vollkommen luftdicht. Dabei ist man im Stande, die Spitzen der Nadeln nach verschiedenen Punkten des Tellers der Luftpumpe zu bewegen, was sowohl bei kleinen Theilen, die man reizen will, wie bei einem Froschherzen, als auch bei grösseren Theilen, z. B. enthäuteten Froschschenkeln, die in Folge der Reizung häufig eine andere Lage annehmen, von grossem Werthe ist. Will man einen Theil, z. B. ein Froschherz, frei in der Glocke aufhängen, um seine Contractionen leichter und schärfer zu beobachten, so bringt man an dem Deckel des Recipienten ein Häkchen an. Die Nadeln lassen sich ausser für die Zuleitung des electrischen Reizes auch zur Anwendung eines mechanischen Reizes gebrauchen, und diess sowohl dadurch, dass man mit der Spitze einer Nadel den zu reizenden Theil berührt, als auch dadurch, dass man denselben zwischen beiden Nadeln drückt. Seit Jahren habe ich hiermit vielfache Ver-

uche angestellt und mehrere nicht uninteressante Ergebnisse erhalten, ie ich in Kürze in dem vierten Kapitel dieser Schrift mittheilen verde.

Ausser diesem Recipienten besitze ich noch einen anderen für Versuche über die Fortdauer der Muskelreizbarkeit in indifferenten Gasen, wie Wasserstoff, Stickstoff. Dieser zweite Recipient (Taf. II, Fig. 2), welcher nach meiner Angabe in der Werkstätte des Herrn *Desaga* dahier verfertigt wurde, unterscheidet sich von dem vorigen ur darin, dass der messingene Deckel des Recipienten, welcher die n Stopfbüchsen ruhenden Stifte trägt, eine Oeffnung in der Mitte esitzt, in welche ein Eudiometer mit einer stählernen Fassung nd einem besonderen Hahnenstück eingeschraubt werden kann. Die während der Dauer der Reizbarkeit der Muskeln sich bildenden und in dem Recipienten ansammelnden Gase können mittelst des Eudiometers aufgefangen und dann analysirt werden.

4) Diffusionsapparat für Gase.

Taf. III, Fig. 1 u. 2.

Graham *) stellte seine Versuche über die Diffusion der Gase, wie bekannt, mit graduirten, an beiden Enden offenen Glasröhren von 6 — 14 Zoll Länge und ½ Zoll innerem Durchmesser an. Das obere Ende wurde mit einem vollkommen trockenen in der Röhre festsitzenden Gypspflock geschlossen, die Röhre mit einem Gas, z. B. Wasserstoffgas, gefüllt und in eine Sperrflüssigkeit, Wasser oder Quecksilber, so gehalten, dass das Niveau aussen und innen sich stets gleich blieb. In den Fällen, in denen er mit einer etwas beträchtlicheren Gasmenge arbeiten wollte, bediente er sich einer Glasröhre, welche etwa 0,4 Zoll vom oberen Ende kugelförmig erweitert war, im Uebrigen aber der eben angegebenen Röhre glich. Nur bei einem Versuche, in dem er zwei abgeschlossene Gase, Kohlenoxyd- und Stickgas, gegen einander diffundiren lassen

---

*) *Poggendorff's* Annalen der Physik und Chemie 1833. B. 28, S. 331 ff.

wollte, gebrauchte er zwei ganz offene und gegen ihr oberes Ende kugelförmig erweiterte Röhren, welche oben mittelst Kautschuk mit einer horizontalen Röhre verbunden wurden, in deren Mitte ein Gypspflock von 0,2 Zoll Dicke sich befand. Die beiden Röhren wurden in zwei getrennte Gefässe mit Wasser gestellt und mit den genannten Gasen gefüllt, deren Diffusion gegen einander durch die Gypsmasse erfolgte.

Ueber die Diffusion zweier abgeschlossenen Gase gegen einander durch eine Scheidewand, hat *Mitchell* *) in Philadelphia schon vor *Graham* Versuche angestellt, bei denen er sich einer Uförmigen Röhre mit einem langen und kurzen Arm bediente. Der letztere, welcher trichterförmig erweitert und durch Ueberbindung einer dünnen Membran von Kautschuk verschlossen war, enthielt atmosphärische Luft und in dem längeren Arm befand sich Quecksilber. Die Röhre wurde darauf mit ihrem gebogenen Theile in das Quecksilber einer pneumatischen Wanne gesteckt und ihre mit Kautschuk verschlossene Mündung unter eine Glocke gebracht, die ein anderes Gas enthielt. Es zeigte sich ein Steigen des Quecksilbers im längeren Arm der Röhre, welches zuletzt die Höhe von 33″ erreicht haben soll. Bei den Versuchen von *Mitchell* wurde der Druck der Gase zu beiden Seiten der Scheidewand nicht gleich gehalten, wie diess bei den *Graham*'schen Versuchen der Fall war.

Da das *Graham*'sche Instrument nur für den Fall benutzt werden kann, wo die atmosphärische Luft als äusseres Gas angewendet wird, da ferner der Apparat, den *Graham* bei einem Versuche für die Diffusion zweier abgeschlossenen Gase gegen einander gebrauchte, nicht geeignet ist, sicher, rasch und bequem zu arbeiten, da endlich bei der Vorrichtung von *Mitchell* die Druckdifferenzen, die bei der Diffusion zweier Gase durch eine Scheidewand in ungleichen Mengen entstehen, nothwendig störend auf die Diffusion einwirken, so liess ich es mir angelegen sein, einen Apparat zu construiren, mittelst dessen man die Diffusionsverhältnisse der Gase studiren kann, wenn

*) a. d. O. S. 334.

vei geschlossene, in ihrer Menge ohngefähr entsprechende Gas-
olumina durch eine poröse Scheidewand bis zur Ausgleichung
ffundiren und wenn der Druck der Gase auf beiden Seiten der
cheidewand während des Vorgangs gleich gross erhalten oder
ach Belieben geändert werden kann.

Das Instrument, dessen ich mich seit mehreren Jahren zu den
ersuchen über die Diffusion verschiedener Gasen gegen einander
ediene, besteht erstens aus zwei durch ein stählernes, mit einem
ahnen versehenes Zwischenstück verbundenen Eudiometern, und
veitens aus zwei auf höher und niederer stellbaren Füssen ruhen-
en Buchsbaumbechern (Taf. III, Fig. 1.)

Jedes Eudiometer fasst etwa 50 Ctm. Luft, ist an beiden Enden
ffen und in seinem oberen Abschnitt so gebogen, wie es Fig. 1,
af. III zeigt. Das obere Ende ist luftdicht in die eine Hälfte des
etallenen Zwischenstücks eingekittet. — Letzteres (Taf. III, Fig 1)
erfällt in zwei ungleiche Theile, von denen der grössere einen
ahnen besitzt. Zwischen beide Theile wird die Membran, durch
ie man die Diffusion erfolgen lassen will, eingeklemmt. Sie besitzen
u diesem Behufe da, wo sie sich berühren, vorspringende Ränder
it Schraubenöffnungen zum Einbringen von Schrauben, durch welche
ie Membran, welche eingesetzt wird, fest an die einander zugewendeten
lächen der beiden Hälften angepresst werden kann, sobald die
chrauben angezogen werden. Von den beiden Theilen des metal-
enen Zwischenstücks besitzt der grössere einen gut eingeschliffenen
ahnen, dessen Bohrung im Durchmesser 10 Mm. hat. Es versteht
ich von selbst, dass nicht blos die Eudiometer in das metallene
Zwischenstück luftdicht eingekittet sein müssen, sondern dass auch
er Hahn vorzüglich gearbeitet sein muss, damit keine Gasent-
reichung stattfinden kann. Die einander zugekehrten Flächen der
eiden Theile des Zwischenstücks lassen sich, wenn man eine feuchte
lembran anwendet, luftdicht aneinander durch die Schrauben
chliessen. Nimmt man eine trockene Membran, so legt man ausser
ieser noch eine lederne Scheibe mit einer der Grösse der Hahnen-
ohrung entsprechenden Oeffnung dazwischen. Die beiden Eudio-

meter mit dem metallenen Zwischenstück und dem Hahnen hat u. Mechanicus *Desaga* dahier zu meiner vollen Zufriedenheit besorg. Das Instrument, das ich besitze, ist so gut gearbeitet, dass selb sehr leicht diffusible Gase, wie Wasserstoff, bei einem bedeutende Drucke oder einer beträchtlichen Tension, unter der sie Tage lan sich befinden, nicht entweichen, wie ich mich bei mehrfachen Ver suchen überzeugte. Es versteht sich von selbst, dass man sic vor dem Gebrauch des Instruments davon überzeugen muss, das es luftdicht schliesst.

Jeder Buchsbaumbecher hat eine Höhe von 26 Ctm. Der ober becherförmige Theil besitzt im lichten Durchmesser 7 Ctm.; de engere und längere Abschnitt des Bechers umschliesst einen Kan zur Versenkung der Eudiometerröhre von 21 Ctm. Länge und 3 Ctm im Durchmesser. Beide Becher ruhen auf 13 Ctm. hohen Füssen deren obere Fläche durch eine Scheibe gebildet wird, die an ihrer unteren Seite eine 12 Ctm. lange Schraube besitzt, welche in einen Schraubengang passt, der mitten durch den Fuss bis zum Boden desselben reicht. Durch Drehung der Scheibe kann man den Becher der auf ihr ruht, nach Belieben höher oder niederer stellen, und vermag dadurch den Druck auf beiden Seiten der Scheidewand gleich gross zu erhalten. (Taf. III, Fig. 1.) Die Füsse sind in einer dem Abstande der beiden Eudiometer entsprechenden Entfernung auf einem Brette befestigt, welches in der Mitte ein Stativ zum Tragen der Eudiometer hat. Dieses Stativ besteht erstens aus einer runden eisernen Stange und zweitens aus einem zweiarmigen Träger von Stahl, der in der Stange auf- und abwärts geschoben und in jeder Höhe durch eine Schraube festgestellt werden kann. Die Arme sind rechtwinkelig gebogen und besitzen an ihrem Ende mit Kork gefütterte, ringförmig gestaltete Klammern, welche durch Schrauben geöffnet und geschlossen werden können, um die Eudiometer fest neben dem metallenen Zwischenstück zu fassen. Beide können mittelst des Trägers und Schiebers natürlich nur zugleich mit einander höher und tiefer gestellt werden. (Taf. III, Fig. 2.)

Um die Diffusionsverhältnisse zweier Gase gegen einander mit

lle dieses Apparats zu untersuchen, verfährt man in folgender
eise: Zuerst werden die beiden Becher mit Quecksilber gefüllt.
nn wird eine Membran entweder für sich, wenn sie feucht ist,
er mit einer Lederscheibe, wenn sie trocken angewendet werden
l, zwischen die beiden Theile des metallenen Zwischenstücks
bracht und fest eingeschraubt. Hierauf werden die beiden Eudio-
ter bis zu dem Punkte, wo der Bogen in den geraden und senk-
chten Theil übergeht, so mit Quecksilber gefüllt, dass der Druck
f die Membran von beiden Seiten ein gleichmässiger ist, und es
rd dafür gesorgt, dass keine Luft zwischen dem Hahnen und der
embran, sowie in der Hahnenbohrung zurückbleibt, damit ja kein
hädlicher Raum entsteht. Hat man sich dessen durch wiederholtes
n- und Herbewegen des Instruments vergewissert, so wird der
hn umgedreht und somit das Quecksilber zwischen der Membran
d dem Hahnen abgeschlossen. Nach diesem werden die beiden
diometer vollständig mit Quecksilber gefüllt, mit den Daumen
schlossen, in die Klammern des zweiarmigen Trägers des Sta-
s an ihrem gebogenen Theile gelegt und in das Quecksilber
r beiden Buchsbaumbecher gesenkt, während ein Assistent
n Schieber des Trägers herabgleiten lässt und bei der richtigen
ellung der Eudiometer durch die Schraube fixirt. Das mit Queck-
ber gefüllte Instrument bleibt einige Zeit stehen, um sich zu über-
ugen, dass Alles luftdicht schliesst. Hat man sich dessen ver-
wissert, dann werden die beiden Eudiometer mit den Gasen,
ren Diffusion gegen einander man untersuchen will, bis zu einer
wissen Höhe gefüllt und hierauf mittelst des Trägers so weit in
e Buchsbaumbecher versenkt, bis das Quecksilber innerhalb und
sserhalb der Röhren in gleichem Niveau sich befindet. Ist die
smenge in dem einen Eudiometer eine beträchtlichere oder ge-
ringere wie in dem anderen, so werden durch Drehung an der
heibe des Fusses die Druckdifferenzen ausgeglichen.

Der Apparat kann, wenn der Versuch in dieser Weise vorbe-
itet ist, längere Zeit stehen bleiben. Will man den Versuch be-
nnen, so wird der Hahn eröffnet. Das Quecksilber zwischen Hahn

und Membran und aus der Hahnenbohrung fliesst in die betreffend Röhre ab und man vollführt dann mit der Scheibe des Fusses rasch eine Drehung, um die dadurch entstandene Differenz zwischen den Stand des Quecksilbers in und um die Röhre auszugleichen. Will man die Diffusion zweier Gase in einander bei gleichem Druck au beiden Seiten der Membran beobachten, so muss natürlich von Zei zu Zeit durch Drehung der Scheiben der beiden Füsse der Stand der Becher geändert werden. Beabsichtigt man aber zu ermitteln bis zu welchem Grade und in welchen Verhältnissen die Diffusion der Gase gegen Druck und Spannung erfolgt, so ist man im Stande, diess in den verschiedensten Modificationen mit Hülfe dieses Apparats zu vollführen.

Zu den Versuchen mit diesem Instrumente, sowie zu allen eudiometrischen Experimenten bediene ich mich eines Tisches mit zwei Wannen und einer Schublade. Letztere dient für die Eudiometer und die gekrümmten Pipetten. Von den beiden Wannen ist die eine zur Aufnahme einer blechernen Wasserwanne und die andere grössere zu allen eudiometrischen Versuchen mit Quecksilber bestimmt. Letztere hat im Lichten 60 Ctm. Länge und eben soviel Breite. Sie ist mit hartem Holz gefüttert; der Boden der Füllung hat eine schräge Richtung von der hinteren und vorderen Wand gegen einen Punkt im vorderen Drittel, der so ausgehöhlt ist, dass man mit einem Uhrglas das Quecksilber, das aus den Bechern abläuft, mit Leichtigkeit ausschöpfen kann. Der Fall beträgt von der hinteren Wand bis zur Höhlung 2 Ctm. und von der vorderen Wand bis zu dieser Stelle 1 Ctm. In der Mitte des Bodens der Wanne befindet sich eine Erhöhung von 30 Ctm. Länge, 15 Ctm. Breite und 2 Ctm. Höhe, mit einer horizontalen oberen Fläche, welche nach hinten in den Boden abfällt. Auf diese mittlere Erhöhung kommt der Apparat oder bei einfachen eudiometrischen Versuchen der Buchsbaumbecher zu stehen. Die Wanne kann durch einen Deckel, der zum Zurückschlagen eingerichtet ist, geschlossen werden.

5) und 6) Zwei Diffusionsapparate für Flüssigkeiten.
Taf. IV und V.

Graham *) bediente sich zu seinen bekannten Diffusionsver-
chen gleich grosser und gleich geformter Gläser, welche 6 Unzen
ssten und an denen Boden und Mündung eben abgeschliffen waren.
ese Gläser, welche er als Solutionsgläser bezeichnete, wurden
s auf eine constante Entfernung (0,6″) von der abgeschliffenen
ündung mit einer Lösung der zu prüfenden Körper gefüllt. —
ichdem wurde das Solutionsgefäss in ein theilweise mit Wasser
füllter Gefäss, d. i. in einen glatten Cylinder, dessen innere
odenfläche flach oder schwach concav war, um dem Solutionsge-
ss einen festen Stand zu geben, gestellt. Dieses Wassergefäss
sste ausser der Diffusionszelle ungefähr 30 Unzen Wasser. Hier-
uf wurde der Hals des Solutionsgefässes mit destillirtem Wasser
orsichtig aufgefüllt und zuletzt das Wassergefäss gänzlich bis
ur Höhe von 1″ über die Oeffnung des Solutionsgefässes mit Wasser
edeckt, so dass auf diese Weise die Salzlösung in dem letzteren
it ungefähr dem 5fachen seines Gewichts reinen Wassers in freier
erbindung stand. — Nach einer bestimmten Zeit wurde die Dif-
sion unterbrochen, indem das Solutionsglas mit einer Glasplatte
erschlossen aus dem Wassergefäss herausgenommen wurde. —
raham bestimmte auf diesem Wege die in einer gewissen Zeit
das Wassergefäss übergegangene Menge von verschiedenen
toffen (Salzen, Säuren und anderen Substanzen) je nach der
oncentration derselben, nach der Temperatur, nach Zeitabschnitten
on 2, 4, 6, 8 Tagen, nach der Constitution der Stoffe, nach dem
becifischen Gewichte derselben, sowie je nachdem sie für sich oder
emischt mit einander oder in Verbindung mit einander (z. B. zweier
alze zu einem Doppelsalz) oder gegenseitig in einander diffundiren.

Um theils das Grundgesetz zu erweisen, nach dem die Verbreitung
nes gelösten Körpers (eines Salzes) in einem Lössungsmittel (Wasser)

---

*) Ueber die Diffusion von Flüssigkeiten in den Annalen der Chemie und
harmacie. B. 51, S. 56.

erfolgt, theils um die Salzmenge zu bestimmen, welche von einem stationären Diffusionsstrom während einer Zeiteinheit durch die Querschnittseinheit je nach der Temperatur befördert wird, gebrauchte *A. Fick* *) folgende Vorrichtung: Es wurden oben und unten offene Gefässe (Cylinder) von gleichem Durchmesser, aber verschiedener Länge mit dem einen Ende in ein anderes Gefäss, das mit Kochsalz ganz angefüllt war (Salzreservoir), eingekittet, hierauf erstere mit Wasser oder beliebig dichter Salzlösung gefüllt und dann das Ganze in einen grossen Behälter mit Wasser gestellt. Der Apparat wurde wochenlang sich selbst überlassen und nur von Zeit zu Zeit das Wasser in dem äusseren Behälter erneuert. Nach hinreichend langer Zeit wurden die Salzmengen untersucht, welche aus jeder der Cylinder in die äussere Flüssigkeit diffundirt waren, und zwar durch Abheben, Eindampfen und Fällen mit einer titrirten Silberlösung.

Zur Bestimmung der Diffusionserscheinungen von Salzgemengen, d. i. zweier in einer Flüssigkeit gelösten Salze in Wasser, benutzte *Ludwig* **) einen Glascylinder, dessen mit einem Kork verschlossener Boden von einer an dem einen Ende Uförmig gebogenen Glasröhre durchbrochen war, welche mit capillarer Oeffnung im oberen Niveau des Korks innerhalb des Cylinders mündete. Ausserdem liefen durch den Kork noch mehrere Röhren, die im Cylinder bis zu einem bekannten Abstand vom Boden aufstiegen und deren ausserhalb des Cylinders liegendes Ende ausgezogen und zugeschmolzen war. Der Cylinder wird von oben mit Wasser gefüllt und dann wird in die Uförmig gebogene Röhre aus einer Pipette mit capillarer Oeffnung eine Lösung von zwei Salzen in gleicher Menge eingelassen. Das Lösungsgemenge soll das Wasser, ohne sich mit ihm zu mischen, heben. Man überlässt nun die Flüssigkeit in einem geschützten Raume von möglichst constanter Temperatur der Diffusion. Nach einer bestimmten Zeit werden die Spitzen der Röhren nach einander, zuerst der längsten und zuletzt der kürzesten Röhre, vorsichtig ab-

*) *A. Fick* über Diffusion, in *Pogg.* Annalen 1855. B, 94, S. 59.

**) *C. Ludwig*, Lehrbuch der Physiologie des Menschen 1852. B. I, S. 58.

ebrochen und aus ihnen die einzelnen Schichten der Flüssigkeit les Cylinders gesondert aufgefangen.

An diesem *Ludwig*'schen Apparat brachte *Harzer* *) mehrere 'eränderungen an, um ihn zu Diffusionsversuchen mit trocknen alzen geeignet zu machen. Der Cylinder wurde statt mit einem ork mit einem Bodenstück geschlossen, welches sich vom Cylinler abschrauben lässt und einen besonderen Raum zur Aufnahme les Salzes enthält. Durch das Bodenstück gehen mehrere (10 — 12) ben offene, unten in feinen geschlossenen Spitzen endende Glasöhrchen von verschiedener Länge hindurch. — Bei Anstellung ines Versuchs wird der Cylinder vom Bodenstück abgeschraubt, n den zur Aufnahme des Salzes bestimmten Raum eine gewogene lenge gepulverten Salzes gebracht und darüber ein Stück eines aumwollenzeugs gebunden, welches mit den für die Röhren nöthigen effnungen versehen war. Der Cylinder wird an seiner oberen lündung durch einen Kork geschlossen, mit Wasser gefüllt, darauf ler Boden vorsichtig aufgeschraubt und zuletzt der Apparat rasch umgekehrt, damit das Wasser mit dem Salz in Berührung kommt. Der Kork wird jetzt aus der oberen Mündung des Cylinders entfernt und durch einen leichten Deckel ersetzt und der ganze Apparat wohl befestigt in einem abgelegenen Keller zur Vermeidung jeder Erschütterung aufgestellt. Nach einer bestimmten Zeit werden die nteren feinen Spitzen der Röhrchen nach einander abgebrochen nd so die Schichten der im Cylinder enthaltenen Flüssigkeit von e 2 Ctm. Höhe in besonderen Gefässen aufgefangen und untersucht.

Eine andere Messungsmethode für die Diffusion wendete *Beilstein* **) an. Er bediente sich eines etwa $5\frac{1}{2}$ Gramm Wasser fassenden Solutionsglases. Dasselbe bestand aus einer ohngefähr 3″ langen Glasröhre, die unten umgebogen und nahe an ihrer Umbiegung so bgeschliffen war, dass das Niveau der Mündung kaum um 1 Mm.

---

*) *Harzer*, Beiträge zur Lehre von der Endosmose, im Archiv für physiologische Heilkunde 1856. S. 237.

**) Annal. d. Chemie und Pharmacie 1856. Aug. 165.

höher war, als der Einschnittspunkt der Umbiegung. Am oberen Ende war das Gläschen ausgezogen und durch einen eingeriebenen Glasstöpsel verschlossen. Dieses Gläschen wurde nach geschehener Füllung und Verschliessung durch den Stöpsel abgetrocknet und in ein grösseres Glas mit destillirtem Wasser in der Art eingesetzt, dass die Mündung einige Linien hoch mit Wasser bedeckt war. Das äussere Gefäss fasste etwa 7000 Gramm Wasser. Die Versuchsdauer war 24 — 48 Stunden; die Temperatur so ziemlich gleichmässig. Nach dieser Zeit wurde das Solutionsgefäss herausgenommen und der Procentgehalt seines Inhalts bestimmt. Die Fehler, welche diese Versuchsmethode involvirt, hat *Beilstein* selbst bezeichnet.

Abgesehen davon, dass gegen die angeführten Messungsmethoden sich zum Theil begründete Bedenken erheben lassen, sind dieselben mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden, sehr zeitraubend, unsicher und gestatten nicht, die Diffusionserscheinungen während eines Vortrags zu erläutern. Ausserdem ist man nicht im Stande, mit Hülfe dieser Apparate über alle Verhältnisse der Diffusion einen genügenden Aufschluss zu erhalten; denn man vermag wohl mittelst derselben die Menge und die Intensität, mit der ein Stoff in eine Flüssigkeit in einer bestimmten Zeiteinheit diffundirt, zu ermitteln, man kann aber hiermit die Richtung und die Schnelligkeit der Diffusionsströme zwischen zwei in hydrostatischem Gleichgewichte stehenden flüssigen Massen, in denen Stoffe von verschiedener chemischer Constitution, verschiedenem specifischem Gewichte und verschiedener Concentration gelöst sind, nicht erkennen.

Um nun die Diffusionserscheinungen sowohl rücksichtlich der Menge und Intensität, mit der ein Stoff in eine Flüssigkeit diffundirt, als auch hinsichts der Richtung und Schnelligkeit, mit der zwei in hydrostatischem Gleichgewichte stehende flüssige Massen von verschiedener Natur in einander diffundiren, studiren und erläutern zu können, liess ich mir, da ich beide Zwecke durch einen Apparat nicht zu erzielen wusste, folgende zwei Apparate construiren, von denen der erste bestimmt ist, die Richtung und Schnelligkeit der Diffusionsströme zweier in hydrostatischem Gleichgewichte

stehenden verschiedenartigen Flüssigkeiten in einander, und der zweite die Menge und die Stärke der Diffusion eines Stoffs in eine Flüssigkeit zu ermitteln.

Diffusionsapparat I.

Taf. IV.

Dieser Apparat besteht erstens aus zwei tubulirten, durch ein enges Uförmiges Stück mit einander verbundenen Glasröhren, und zweitens aus einem Stativ.

Jede der tubulirten Glasröhren hat eine Höhe von 230 Mm. und eine Weite im inneren Durchmesser von 20 Mm. Die Tubulatur befindet sich an der der anderen Röhre zugewendeten Seite, ist 10 Mm. lang und im inneren Durchmesser ebenso weit. Die Tubulaturen der beiden Röhren, welche natürlich in ihrer Form, Weite, Stellung und Richtung sich so genau als möglich entsprechen müssen, werden durch einen Kautschukschlauch von derselben Weite wie die Tubulaturen mit einander verbunden. Das untere Ende der tubulirten Röhre geht, sich rasch verjüngend, in das Uförmig gebogene enge Verbindungsstück über. Letzteres ist im inneren Durchmesser etwa 5 Mm. weit und 300 Mm. lang; jeder Schenkel hat eine Höhe von etwa 100 Mm.

Das Stativ besteht aus einem dreieckigen Brett mit Stellschrauben und einer senkrechten Messingstange, welche 2 zweiarmige Halter und eine Schliesspincette mittelst verschiebbarer Hülsen trägt. Der obere Halter ist bestimmt, die tubulirten weiteren Glasröhren aufzunehmen und zu tragen, der untere Halter dient zur Befestigung der engen Uförmigen Röhre und zugleich als Zeiger für den Stand des Quecksilbers in den beiden Schenkeln der Röhre. Die Schliesspincette ist von Stahl und kann durch eine Schraube geöffnet oder geschlossen werden.

Will man nun mittelst dieses Apparats die Richtung und die Schnelligkeit zweier in hydrostatischem Gleichgewichte stehenden verschiedenartigen Flüssigkeiten in einander kennen lernen, so wird vorerst das Uförmige enge Stück mit Quecksilber bis zu einer bestimmten Höhe gefüllt, dann der Apparat mittelst einer Wasserwaage

und des unteren Halters, der zugleich als Zeiger für den Stand des Quecksilbers in den beiden Schenkeln dient, gehörig nivelirt, hierauf der Kautschukschlauch durch die Schliesspincette, welche an der senkrechten Stange mit der Hülse herabgelassen und durch die Schraube in einer bestimmten Höhe festgestellt wird, abgeschlossen und somit die Communication der beiden Röhren aufgehoben; nach diesem wird jede Röhre mit der betreffenden Flüssigkeit, deren specifisches Gewicht und Procentgehalt man kennt, so weit gefüllt, dass beide Flüssigkeiten in hydrostatischem Gleichgewichte stehen, was man aus dem Stande des Quecksilbers in den beiden Schenkeln der Uförmigen Röhre annährend ermessen, aber auch vor der Füllung auf der Waage noch genauer bestimmen kann; zuletzt wird die Schliesspincette an der Schraube mit möglichster Vorsicht, d. h. ohne eine Erschütterung des Apparats und eine Bewegung in den Flüssigkeiten zu veranlassen, geöffnet.

Um die Richtung und die Schnelligkeit der Diffusionsströme in einander während des Vorgangs selbst beobachten zu können, muss man natürlich bei allen farblosen Stoffen, die sich mit einander bei ihrer Mischung nicht verbinden und keine Niederschläge bilden, Farbstoffe von indifferenter Natur anwenden.

Diffusionsapparat II.

Taf. V.

Der zweite Apparat, dessen ich mich zu Diffusionsversuchen bediene, besteht aus zwei Gefässen, einem kleineren und einem grösseren, deren Räume nach Belieben mit einander in Communication gesetzt oder von einander abgeschlossen werden können. Das kleinere Gefäss wollen wir als Salz-, das grössere als Wassergefäss bezeichnen.

Das Salzgefäss fasst ohngefähr 120 Ccm. Flüssigkeit, ist unten tubulirt und oben mit einer metallenen Fassung versehen, welche an den Boden des Wassergefässes fest angeschraubt wird und von letzterem aus auf die nachher anzugebende Weise durch einen Deckel geschlossen werden kann.

Das Wassergefäss fasst 3400 Ccm. Flüssigkeit und ist aus drei Theilen zusammengesetzt, nämlich erstens aus einem unten und oben offenen cylindrischen Glas, zweitens einem metallenen auf Füssen ruhenden und von mehreren senkrechten Röhren durchbohrten Boden, und drittens einem metallenen Deckel, der zugleich noch den beweglichen Deckel des Salzgefässes trägt.

Das Glas meines Apparats ist 18 Ctm. hoch und hat 17 Ctm. im Durchmesser. Es ruht mit seinem unteren Rande in einer mit Leder ausgefütterten Rinne des Bodens und passt mit seinem oberen Rande in eine entsprechende Rinne des Deckels. Es wird auf die nachher anzugebende Weise zwischen Boden und Deckel durch Schrauben eingespannt, so dass zwischen dem Glas und dem Boden keine Flüssigkeit abfliessen kann.

Der Boden des Wassergefässes ruht auf drei 9 Ctm. hohen nach aussen gebogenen Füssen. Er hat in der Mitte eine Oeffnung von 7½ Ctm. Durchmesser zum Anschluss des Salzgefässes. Im Umfang dieser Oeffnung, 2½ Ctm. vom Rande derselben entfernt, sind in den Boden durch metallene Hülsen 9 senkrecht stehende Glasröhren in regelmässigen Abständen eingelassen. Diese Glasröhren reichen mit ihrem unteren Ende alle gleich weit unter den Boden und sind hier mit kurzen Kautschukschläuchen und Quetschhähnen versehen; mit ihrem oberen Ende erheben sie sich verschieden hoch in das Wassergefäss und münden in dasselbe 0, 1½, 3, 4½, 6, 7½, 9, 10½, 12 Ctm. hoch über dem Boden. — Neben der mittleren Oeffnung des Bodens stehen zwei senkrechte, 3½ Ctm. hohe metallene Stäbe für die Leitung des Deckels vom Salzgefäss beim Ab- und Aufbewegen desselben, wenn letzteres geschlossen oder geöffnet werden soll. — Im äusseren Umfang des Bodens sind da, wo derselbe auf den 3 Füssen ruht, 3 senkrechte eiserne Stangen von 20 Ctm. Höhe angebracht, welche mit ihrem oberen Ende über das Wassergefäss hinausragen und hier Schraubenwindungen zur Befestigung des Deckels haben.

Der Deckel des Wassergefässes besitzt excentrisch eine kleine, 8 Mm. im Durchmesser haltende Oeffnung zur Füllung des Apparats

mit Wasser, und hat im Umfang 3 Vorsprünge mit Oeffnungen, die den 3 Stangenenden entsprechen, welche zur Aufnahme von Schraubenmuttern eingerichtet sind, um den Deckel an das Glas und dieses an den Boden in dem nöthigen Grade anzupressen. Der Deckel ist in der Mitte mit einem drehbaren Griffe versehen, welcher nach unten in eine Schraubenwindung ausläuft. Letztere greift in eine Schraubenmutter ein, welche das obere Ende einer 14 Ctm. langen Stange besitzt, deren unteres Ende den Deckel für das Salzgefäss trägt. Dieser hat 7,5 Ctm. im Durchmesser und ist an zwei einander gegenüber stehenden Punkten mit Einschnitten versehen, welche den beiden senkrechten metallenen Stäben zu beiden Seiten der mittleren Oeffnung im Boden des Wassergefässes genau entsprechen, so dass der Deckel beim Auf- und Abbewegen in diesen Stangen ruhig und ohne eine Erschütterung geleitet wird.

Will man mittelst dieses Apparats die Menge und die Intensität der Diffusion eines Stoffs, z. B. eines Salzes in eine Flüssigkeit, z. B. in Wasser, untersuchen, so wird zuerst das Salzgefäss fest an das Wassergefäss angeschraubt, dann der Deckel des ersteren durch Drehung an dem oberen Griff abwärts bewegt und hierdurch der Abschluss beider Gefässe vollführt. Hierauf füllt man das Salzgefäss von unten, nachdem man den Apparat gewendet, durch die tubulirte Oeffnung mit der Lösung eines Stoffs von bestimmter Concentration und schliesst die Oeffnung mit einem eingeriebenen Stöpsel oder einem guten Kork. Nach diesem wendet man den Apparat auf die Füsse und füllt das Wassergefäss durch die seitliche Oeffnung im Deckel mit der Flüssigkeit, in die man die Diffusion beobachten will. Ist dies geschehen, so lässt man aus jedem der senkrechten Röhren durch Eröffnung der einzelnen Quetschhahnen so viel Flüssigkeit ablaufen, dass die in denselben befindliche Luft entfernt wird. Zuletzt wird durch Drehung an dem Griff der Deckel des Salzgefässes gehoben und dadurch die Communication beider Gefässe hergestellt. Die Hebung des Deckels übt, da seine Bewegung in den Leitstäben und durch die Schraube des Grifls eine ruhige und gleichmässige ist, keinen oder wenigstens keinen

wesentlichen Einfluss auf die Flüssigkeit in dem Salzgefäss. Davon habe ich mich durch Versuche mit gefärbten Flüssigkeiten überzeugt.

Der Apparat wird, wie es sich von selbst versteht, an einen Ort gestellt, an dem er keiner auffallenden Erschütterung und, wenn man den Einfluss der Temperatur kennen lernen will, einer ziemlich gleichmässigen Temperatur ausgesetzt ist. Nach einer gewissen Zeit lässt man die Flüssigkeit aus den einzelnen Schichten des Wassergefässes durch Oeffnung der Quetschhahnen und zuletzt aus dem Salzgefäss abfliessen, bestimmt den Procentgehalt oder das specifische Gewicht derselben und vergleicht sie mit einander und mit der ursprünglichen Flüssigkeit. Man erfährt hierdurch erstens die Menge, in der ein Stoff im Verhältniss zu seiner Concentration und der Quantität der darüber stehenden Flüssigkeit bei einer bestimmten Temperatur diffundirte, und zweitens die Intensität des Diffusionsstroms nach den Schichten der Flüssigkeit.

7) und 8) Zwei Endosmometer.

Um den Einfluss einer Membran auf die Diffusion zu ermitteln und somit die Bedeutung einer membranösen Scheidewand für die Endosmose kennen zu lernen, ist es nicht blos wichtig, sondern durchaus nothwendig, mit Apparaten zu experimentiren, die ohne eine wesentliche Aenderung in der Construction sowohl für die Diffusion wie für die Endosmose verwendet werden können. Die Differenzen zwischen den Erscheinungen der Diffusion und der Endosmose kann man nur an einem und demselben Apparate oder an nach denselben Principien construirten Apparaten studiren und richtig beurtheilen.

Die beiden Diffusionsapparate, welche ich unter 5 und 6 beschrieben habe, lassen sich auch als Endosmometer zweckmässig verwenden. Bei dem Diffusionsapparat I geschieht in diesem Falle der Abschluss der beiden senkrechten mittelst eines elastischen Schlauchs communicirenden Röhren durch eine Membran, bei dem Diffusionsapparat II aber ist ein Regulator erforderlich, der so ein-

gerichtet sein muss, dass das Mehr der Flüssigkeit, welches durch die Membran aus dem Wasser- in das Salzgefäss übertritt, in demselben Verhältnisse abfliesst, als die Stärke des endosmotischen Stroms statt hat, damit die Membran stets einem gleichen Drucke von beiden Seiten ausgesetzt bleibt und somit ein ungleicher hydrostatischer Druck auf die Ströme durch die membranöse Scheidewand nicht störend einwirken kann.

Endosmometer I.

Will man den Diffusionsapparat I als Endosmometer gebrauchen und mittelst desselben untersuchen, ob und in welcher Weise die Richtung und die Schnelligkeit der Diffusionsströme zweier in hydrostatischem Gleichgewichte stehenden Flüssigkeiten von verschiedener Natur durch eine Membran geändert werden, so wird in die Mitte des Schlauchstücks, welches die beiden senkrechten Röhren verbindet, eine Membran, die man über einen schmalen Ring von Glas spannt, geschoben, und es werden die Enden des Schlauchs mit den tubulirten seitlichen Oeffnungen der senkrechten Röhren in Verbindung gesetzt. Den gläsernen Ring kann man von verschiedener Weite nehmen und darnach auch die Weite des Schlauchs wählen, um den Flüssigkeiten eine verschieden grosse Berührungsfläche durch die Membran zu geben und somit den Einfluss des Umfangs der membranösen Scheidewand zu ermitteln.

Die Zurichtung des Apparats für einen Versuch ist dieselbe wie bei einem Diffusionsexperiment, nur müssen beide senkrechte Röhren gleichzeitig mit den betreffenden Flüssigkeiten gefüllt werden, damit die Membran zu gleicher Zeit mit den beiden Flüssigkeiten in Berührung tritt und von der einen nicht früher als von der anderen einem Drucke ausgesetzt wird.

Endosmometer II.

Tafel VI.

Beabsichtigt man den Einfluss einer membranösen Scheidewand auf die Menge und Intensität der Diffusion eines Stoffes in eine Flüs-

igkeit zu ermitteln, so trennt man bei dem Diffusionsapparat II das Vassergefäss von dem Salzgefäss durch eine Membran, welche ber die Mündung des letzteren gespannt wird. Zu diesem Behufe esitzt das Salzgefäss seitlich einen kreisförmigen Einschnitt, in em man durch einen starken Faden die Membran befestigt.

Da nun aber der Strom vom Wasser nach einer concentrirten alzlösung mit grösserer Intensität erfolgt, als umgekehrt, so wird atürlich die Membran durch die Flüssigkeit des Salzgefässes geoben und gespannt und bei dem ungleichen hydrostatischen Drucke, em sie ausgesetzt ist, ihre Wirkung auf die Diffusion nothwendig eeinträchtigt. Es ist daher noch eine besondere Vorrichtung erforerlich, durch welche die beträchtlichere Stärke des Stroms vom Vasser durch die Membran nach dem Salzgefäss in der Weise usgeglichen wird, dass der Abfluss des Mehrs der in's Salzgefäss elangten Flüssigkeit in demselben Verhältnisse statt hat, in dem er Strom nach dieser Richtung stärker als in der entgegengesetzten ichtung erfolgt. Dieser Zweck wird durch folgenden Apparat, en wir als Regulator des Endosmometers bezeichnen wollen, erreicht. er Plan zu demselben wurde von Herrn Universitäts-Mechanicus *Desaga* nach einer Rücksprache, die ich mit ihm genommen, entvorfen, und der Apparat selbst unter seiner Leitung so ausgeführt, ass er vollkommen seiner Aufgabe entspricht.

Dieser Regulator besteht 1) aus einem durch einen elastischen chlauch mit dem Wasserbehälter des Endosmometers communiirenden Gefässe, in dem daher die Flüssigkeit denselben Stand innehmen muss, wie im Wasserbehälter; 2) aus einem Waagebalken, er an dem einen Ende einen Schwimmer von Glas mit der erforerlichen Belastung und an dem anderen Ende das der Schwere es Schwimmers zu der Flüssigkeit, in der er sich befindet, entprechende Gegengewicht trägt, und 3) aus einer mit dem Salzgeäss durch einen elastischen Schlauch in Verbindung stehenden läsernen Abflussröhre, welche durch einen dünnen Messingstab von em vorderen Theil des Waagebalkens getragen wird. Diese drei tücke ruhen auf drei Stäben eines gusseisernen mit Stellschrauben

versehenen Fusses; der eine Stab trägt das Wassergefäss, de zweite den Waagebalken mit dem Schwimmer und dem Gegenge wicht, der dritte die Abflussröhre.

Das mit dem Wasserbehälter des Endosmometers communicirend Gefäss wird durch zwei gläserne Cylinder gebildet, von dene jeder 13 Ctm. hoch ist und 3 Ctm. im Durchmesser hat. Sie sin mit ihrem unteren Ende in einer messingenen Fassung eingekittet welche in der Weise durchbohrt ist, dass die beiden Cylinde innerhalb derselben sowohl mit einander, als auch mit einer metallene kurzen Röhre, an die der elastische Verbindungsschlauch mit den Wasserbehälter des Endosmometers angelegt wird, communiciren Die messingene Fassung wird von einem 8 Ctm. hohen eiserne Stab des Fusses getragen.

Der hölzerne Waagebalken ruht mit seiner Mitte auf einen 36 Ctm. hohen eisernen Stab, an dem oben eine messingene Hüls mit seitlichen Achsen angebracht ist, in denen der Balken sich bewegt. Das vordere Ende desselben trägt an seidenen Schnüre den Schwimmer, der aus zwei länglichen Hohlgefässen von Glas die auf der Flüssigkeit der beiden Cylinder ruhen, und aus messingenen Stäbchen, an deren Enden die Hohlgefässe in Fassunge eingekittet und welche durch Querstäbe miteinander verbunden sind besteht. An dem hinteren Ende des Balkens ist das Gegengewich angebracht.

Die Abflussröhre steht an ihrem hinteren Ende durch eine elastischen Schlauch mit der tubulirten Oeffnung des Salzgefässe in Verbindung und ruht an diesem Ende mittelst einer messingene Fassung in Achsen, die seitlich an einer messingenen Hülse an oberen Ende des dritten eisernen, 9 Ctm. hohen Stabs angebrach sind. Diese 27 Ctm. lange Röhre wird in ihrer Mitte von einen messingenen Draht getragen, welcher mit seinem oberen Ende a der vorderen Hälfte des Waagebalkens seitlich in der Weise befestig ist, dass die Abflussröhre mit ihrer vorderen freien Oeffnung durc ein Schräubchen höher und niederer gestellt werden kann, um j nach dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit im Salzgefäss de

Stand der Mündung der Abflussröhre reguliren zu können, was sehr leicht zu bewerkstelligen ist, wenn man auf die obere Fläche der Membran, die, im Falle sie von beiden Seiten einem gleichen hydrostatischen Drucke ausgesetzt ist, eine plane Fläche bietet, visirt. — Will man die Menge der Flüssigkeit, welche abfliesst, kennen lernen, so bringt man unter die Mündung der Abflussröhre ein enghalsiges Glas mit einem Trichter, dessen Röhre eng und der durch einen Kork im Halse des Glases befestigt ist, damit von der abgeflossenen Flüssigkeit so wenig wie möglich verdunsten kann.

Der Apparat wird zu einem endosmotischen Versuch, nachdem man das Salzgefäss mit einer Membran versehen, an den Boden des Wassergefässes angeschraubt und den Deckel an die Membran fest angeschlossen hat, auf dieselbe Weise gefüllt, wie bei einem Diffusionsexperiment. Die Füllung des Salzgefässes und der Verschluss desselben mit dem Kork, in dem eine kurze gebogene Glasröhre sich befindet, die mit dem einen Ende in das Salzgefäss mündet und mit dem anderen Ende in dem elastischen Schlauch steckt, muss mit Vorsicht geschehen, damit keine Luft in dem Gefäss zurückbleibt. Ebenso muss man auch darauf achten, dass bei der Füllung des Schlauchs mit einer Pipette alle Luft entfernt wird. Ist diess geschehen, dann schliesst man das Ende, welches an die Abflussröhre zu liegen kommt, mit einer Schliesspincette ab, wendet den Apparat und setzt ihn mit der Abflussröhre in Verbindung. Vor der Füllung des Wassergefässes wird dasselbe mit dem Wassergefäss des Regulators durch einen elastischen Schlauch in Communication gesetzt, welcher an die kürzeste Röhre im Boden des Diffusionsapparats zu liegen kommt. Nach der Füllung wird der Regulator mittelst der Schrauben des Fusses so gestellt, dass die gläsernen Schwimmer die Wandung der Cylinder nicht berühren. Zuletzt wird der Deckel des Salzgefässes gehoben und dann nach dem Stand der Membran die Stellung der Mündung der Abflussröhre regulirt.

9) Apparat, um Wellenbewegungen in einer Flüssigkeit zu erzeugen und die Verhältnisse derselben zu bestimmen.

*Volkmann**) bediente sich zu seinen Experimenten über die Wellenbewegung einer Flüssigkeit in elastischen Röhren eines Wasserbehälters, in dessen eine Seitenwand nahe über dem Boden ein mit einem Hahn verschliessbares Rohr eingefügt war. An letzteres wurde ein Dünndarmstück von einem Thier eingebunden, in die Seitenwand desselben brachte er gläserne Druckmesser an, und in das Endstück befestigte er eine kurze Messingröhre, an die sich ohngefähr fingerhutförmige Kapseln mit verschieden weiten Oeffnungen zum Abfluss des Wassers anschrauben liessen. — Durch das abwechselnde Oeffnen und Schliessen des Hahns vom Wassergefäss wurden Stösse erzeugt, und um diese Stösse in einem regelmässigen Rhythmus zu erzielen, ward der Hahn mit einem Pendelapparat in Verbindung gesetzt, nach dessen Schwingungen, welche durch Verlängerung und Verkürzung des Pendels sich verlangsamen und beschleunigen liessen, der Hahn geöffnet und geschlossen wurde. — An der Ausflussmündung kann die Geschwindigkeit der Strömung oder der Widerstand des Fliessens durch Kapseln mit verschieden grossen Mündungen verändert werden. — Der Behälter wird bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser gefüllt und der Spiegel des Wassers auf gleicher Höhe erhalten, so dass beim regelmässigen Schliessen und Oeffnen des Hahns eine Reihe gleichmässiger Wellen durch den Schlauch gehen muss.

So brauchbar dieser Apparat sein mag, um einige Verhältnisse der Wellenbewegung in elastischen Schläuchen kennen zu lernen, wie namentlich die Aenderung, die eine Welle bei ihrem Verlaufe durch einen elastischen Schlauch von gleicher Weite erfährt, ferner den Einfluss, den die verschiedene Stärke des Drucks an der Einflussmündung des Schlauchs und die Widerstände an der Ausflussmündung auf die

---

*) *A. W. Volkmann*, die Haemodynamik. Leipzig 1850. 8, S. 80 ff.

·össe der Wellen haben, so entspricht er doch nicht allen Anfor-·rungen, die man an einen solchen Apparat machen muss, wenn ·n die Verhältnisse der Wellenbewegung auch nach anderen ·iten studiren will. Die Unvollkommenheiten dieses Apparats, auf ·e *Volkmann* zum Theil selbst aufmerksam machte, liegen nach ·inem Dafürhalten in folgenden Umständen: Erstens ist es schwierig, selbst unmöglich, mit Hülfe desselben eine grössere Geschwin-·gkeit zu erzielen, als die von 30 — 40 Pulsen in einer Minute; ·nn wird das Pendel so verkürzt, dass es 60 — 70 Pulse ver-·ttelt, d. h. 120 — 140 Schwingungen in einer Minute macht, so ·t es nicht Kraft genug, die Bewegungen des Hahns, die ihm ob-·gen, auszuführen. Man ist demnach nicht im Stande, mit Hülfe ·eses Apparats das Verhalten der Wellen bei 60, 90 und 120 ·ılsen kennen zu lernen. Zweitens ist derselbe nicht geeignet zur ·ntersuchung der Wellenbewegung in einem geschlossenen Röhren-·stem oder zur Beantwortung der Frage, wie sich eine Welle ·rhält, wenn sie durch einen elastischen Schlauch verläuft, dessen ·usflussmündung nicht frei ist oder in einem gemeinsamen Wasser-·hälter sich befindet, sondern mit der Einflussmündung durch den ·pparat, von dem aus die rhythmischen Stösse gehen, ein ge-·hlossenes Ganzes bildet. Drittens ist der *Volkmann*'sche Apparat ·ıs dem oben angegebenen Grunde nicht gut zu verwenden, um ·ber die Schnelligkeit der Bewegung einer Flüssigkeit durch ein ·ystem von verschieden weiten elastischen Schläuchen je nach der ·äufigkeit der Pulse Beobachtungen anzustellen.

Um diese und andere Verhältnisse der Wellenbewegung einer ·lüssigkeit in elastischen Röhren kennen zu lernen und in den Vor-·ägen bequem zu erläutern, experimentire ich seit Jahren mit einem ·pparate, den ich aus einer Druckpumpe, aus elastischen Schläuchen ·on verschiedener Weite und Länge und aus mehreren Druckmessern ·ısammensetze und der in folgender Weise eingerichtet ist:

Die Pumpe besteht aus zwei Theilen: einem Kolben- und einem ·teigrohr. Beide sind von Glas, befinden sich in messingenen ·assungen und stehen durch einen messingenen Kanal mit einander

in Verbindung. In dem oberen Abschnitt des Kolbenrohrs befindet sich der Kolben, der durch einen Hebel gehoben wird; in den unteren Abschnitt dieses Rohrs ist ein messingenes Saugrohr mit Klappenventilen von unten eingeschoben und festgeschraubt. In das unten offene Saugrohr passt eine kurze Messingröhre, wenn man das Ende der elastischen Schläuche mit der Pumpe in Verbindung setzen und ein geschlossenes Röhrensystem herstellen will. Das Steigrohr besitzt an seinem unteren Ende gleichfalls Klappenventile auf einer kurzen messingenen Röhre sitzend, die in das untere Ende des Steigrohrs eingeschraubt wird; an seinem oberen Ende ist es mit einem Deckel zum Abschrauben und mit einer Ausflussröhre versehen, an die ein Kautschukschlauch befestigt wird Die Pumpe wird in ein passendes Gefäss voll Wasser so gestellt, dass man die kurze Messingröhre am Ende des Schlauchs bequem in die Saugröhre einführen kann, wenn das Röhrensystem geschlossen werden soll.

Die Kautschukschläuche werden je nach den Zwecken, die man bei den Experimenten verfolgt, von verschiedener Weite, Länge, Elasticität und Steifigkeit gewählt. Ich bediene mich zu meinen Versuchen elastischer Schläuche von 3, 5, 10 und 15 Mm. im Durchmesser, von 30 bis 300 Ctm. in der Länge, von geringer und mässiger Steifigkeit und verschiedener Dicke der Wandungen. Da man gegenwärtig die Kautschukröhren von der verschiedensten Art und Form erhalten und, je nachdem man sie zu den Versuchen geeignet findet, auswählen kann, so muss ich ihnen entschieden den Vorzug geben vor den Därmen, welche *Volkmann* geeigneter als Kautschukschläuche zu den Untersuchungen über Wellenbewegung hält.

Zwischen die elastischen Schläuche werden die Wellenmesser an bestimmten Punkten mittelst Tförmiger Röhren eingesetzt. Hierzu lassen sich die Manometer des Kymatographion sehr zweckdienlich verwenden und mithin die erzeugten Wellen auch graphisch darstellen. In das Ende des letzten Schlauchs wird eine Messingröhre von 14 Mm. innerem Durchmesser eingebunden, welche entweder in ihrer ganzen Weite in das Wassergefäss, in dem

e Pumpe sich befindet, mündet, oder aber mit Kapseln, die erschieden weite Ausflussmündungen besitzen, versehen, oder endh in die untere Oeffnung der Saugröhre der Pumpe luftdicht ngeschoben wird, je nach den Zwecken, die man verfolgen will.

Mit Hülfe des in dieser Weise hergerichteten Apparats ist man Stande, die Aenderungen, die eine Welle bei ihrem Verlaufe irch elastische Schläuche von gleicher oder von verschiedener Veite erfährt, ferner den Einfluss, den die Stärke und Häufigkeit er Pumpenstösse, die sich ziemlich genau bestimmen lassen, auf e Grösse der Wellen hat, ausserdem die Wirkung, welche der illig freie, sowie der mehr oder weniger behinderte Ausfluss der lüssigkeit in den gemeinsamen Wasserbehälter auf die Beschaffenit der Welle besitzt, und endlich das Verhalten der Welle in nem geschlossenen Schlauchsystem kennen zu lernen.

Will man ausser diesen Verhältnissen auch noch die Schnelgkeit der Bewegung einer Flüssigkeit im Verhältniss zu der verhiedenen Zahl der rhythmisch vollführten Kolbenstösse und der erschiedenen Weite der Schläuche studiren, so bringt man statt er Messröhren zwischen die Schläuche kurze Glasröhren von einer en Schläuchen entsprechenden Weite und giesst in das Steigrohr er Pumpe, indem man den Deckel ab- und dann wieder aufschraubt, inen Farbstoff. Die Zahl der Stösse wird nach einem Chronoieter mittelst des Kolbenhebels vollführt und die Zeit notirt, in der er Farbstoff an den einzelnen Punkten, an denen Glasröhren einesetzt sind, anlangt.

10) Zugkraftmesser, Holkomèter.

Tafel VII.

Die Kraftmesser, deren man sich zur Ermittelung der Druckind Zugkräfte des Menschen bediente, sind Federwaagen. Das ebräuchlichste Instrument dieser Art ist das Dynamometer von *Régnier.*

Es unterliegt keinem Zweifel, dass das Ergebniss, welches

man mit den Federwaagen erhält, in hohem Grade abhängt erster von der Art, wie die Feder angegriffen wird, zweitens von de Stelle, an der man die Hände anlegt, drittens von dem mehr od weniger häufigen Gebrauch, viertens von der Temperatur. Es könne daher die Werthe, die man mit den Federwaagen erhält, wesen liche Irrthümer einschliessen und es müssen diese Instrumente jeden falls vor dem Gebrauche zu Versuchen geprüft werden. Auc lassen sich die Ergebnisse verschiedener Beobachter mit verschie denen Federwaagen nicht gut miteinander vergleichen.

Bei allen Kraftmessern, mögen sie nach diesem oder jenem Princip construirt sein, hängt ohnediess das Ergebniss in nicht ge ringem Grade von der Geschicklichkeit des Angriffs beim Druc mit den Händen und von der Stellung der Beine beim Zuge ab Um so mehr müssen wir an einen gut construirten Kraftmesser di Anforderung stellen, dass in den Principien, nach denen ein Instrument gebaut ist, keine solche Fehlerquellen liegen, wie sie nothwendig in den nach dem Princip der Federwaagen eingerichteter Kraftmessern sich finden müssen. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend veranlasste ich den Mechanicus *Eberbach* in Stuttgart mi einen Kraftmesser zu bauen, bei dem keine Federn, sondern Hebel für die Bestimmung der Druck- und Zugkraft verwendet werden.

Das Instrument, das er mir zur Messung der Zugkraft von Menschen verfertigte und das ich seit 5 Jahren zu Versuchen gebrauche, besteht aus zwei Hebeln, einem Zug- und Gewichtshebel, und aus einem Gradbogen, an dem die Werthe durch einen Zeiger angegeben werden.

Der Gewichtshebel ist an seinem unteren Ende mit einer messingenen Masse von einem bestimmten Gewichte versehen und ruht mit seinem oberen Ende in einer Achse, welche von zwei senkrechten eisernen Stäben getragen wird. Die Achse ist mit einem gezahnten Rade versehen, das mit einem zweiten kleineren Rade in Verbindung steht, an dessen Achse vorn ein Zeiger befestigt ist. durch den die Kraftwirkung, welche auf den Gewichtshebel geübt wird, in Zollpfunden angegeben wird.

Der Zughebel greift an seinem unteren Ende in den Gewichts-
bel nahe der Achse des letzteren ein, ragt in einer Oeffnung der
ückenartigen Verbindung der beiden senkrechten eisernen Stäbe
hörig weit hervor und ist an diesem vorragenden Theile vorn
d hinten mit Einschnitten versehen, in welche das eiserne Mittel-
ick eines Griffes für die Hände mehr oder weniger hoch, je nach
r Höhe der den Zug ausübenden Person, vorn oder hinten einge-
zt wird.

Der Gradbogen ist von Messing, sitzt an dem vorderen senk-
chten Stab von Eisen und hat an seiner vorderen Seite eine
naue Theilung nach Zollpfunden.

Die beiden senkrechten eisernen Stäbe, welche den Gewichts-
bel tragen, sind mit ihrem unteren Ende in ein starkes Brett fest
gefügt, so dass der ganze Apparat auf dem Brette ruht, auf das
rjenige, dessen Zugkraft geprüft werden soll, tritt.

Drittes Kapitel.

Versuche, welche im physiologischen Laboratorium in den Sommer-Semestern 1853, 1854, 1855, 1856 und 185[illegible] angestellt wurden.

Die folgenden Experimente habe ich mit wenigen Ausnahme[n] in jedem der angegebenen Semester vorgenommen und zu den Vor[-]lesungen über Experimentalphysiologie in der Weise benützt, dass in jeder Stunde vor dem Beginn der Vorträge über ein bestimmte[s] Thema die auf dieses bezüglichen Versuche in Gegenwart der Zu[-]hörer gemacht wurden. Bei allen Experimenten, die längere Ze[it] währten, zeigte ich die Veränderungen in der nächsten oder in de[n] folgenden Stunden vor oder theilte die Ergebnisse derselben de[n] Zuhörern später mit.

Ich zähle hier die Versuche in der Reihenfolge, in der sie an[-]gestellt wurden, und nach den Abschnitten und Kapiteln, in dene[n] ich die Physiologie vorzutragen pflege, auf und lasse die speciellen Berichte über diejenigen Versuche, die zum Zwecke besondere[r] Arbeiten im Laboratorium öfters wiederholt und weiter ausgeführ[t] worden sind, später folgen.

I. Allgemeine Physiologie.

a) Diffusionen.

α) Aërodiffusion.

Bei der Auseinandersetzung dieses Vorgangs wurde gezeigt:

1) dass zwei Gase von verschiedenem specifischem Gewichte welche keine chemische Verwandtschaft zu einander haben wie Kohlensäure und Wasserstoff, Kohlensäure und atmos-

phärische Luft, wenn sie mit einander in unmittelbare Berührung kommen, den Ort wechseln selbst gegen das Gesetz der Schwere und sich gleichförmig mengen (*Berthollet*'sches Experiment);

2) dass zwei in ihrem specifischen Gewichte ungleichartige Gase, z. B. Wasserstoff und atmosphärische Luft, mit ungleicher Geschwindigkeit, das leichtere schneller als das schwerere, in einander durch eine trockene Scheidewand diffundiren und sich hierbei umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten verhalten (*Graham*'scher Versuch);

3) dass dagegen bei einer feuchten Scheidewand (einer feuchten thierischen Membran) die Diffusionsgeschwindigkeit von der Feuchtigkeit in der Membran abhängt, und dass daher Gase, welche von Wasser lebhaft absorbirt werden, selbst wenn sie specifisch schwerer sind, weit rascher diffundiren, als jene Gase, die specifisch leichter sind, aber von Wasser entweder nicht oder nur in geringer Menge absorbirt werden, wie diess zwischen Kohlensäure und Wasserstoff, Kohlensäure und atmosphärischer Luft, wenn sie durch eine feuchte Haut getrennt werden, der Fall ist;

Anmerkung. Zur Erläuterung dieses Satzes wurden mehrere Versuche erstens mit dem oben beschriebenen Diffusionsapparat für Gase, und zweitens mit Kaninchen- oder Froschblasen vorgenommen. Eine mit Wasserstoff gefüllte Froschblase dehnte sich in einer Kohlensäureatmosphäre rasch aus und zersprang, eine mit Wasserstoff gefüllte Kaninchenblase nahm in Kohlensäure um das Doppelte in ihrem Umfange zu. Dagegen sanken Kaninchen- und Froschblase, mit Kohlensäure gefüllt, in einer Wasserstoffatmosphäre zusammen.

4) dass die Diffusion der Gase, wie namentlich der Kohlensäure, durch eine feuchte Scheidewand gegen den hydrostatischen Druck erfolgt und zwar in dem Grade, dass in einer mit Kohlensäure gefüllten, oben mit einer feuchten Membran geschlossenen und hier mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehenden Glasröhre das Quecksilber 30 — 32 Ctm. hoch gehoben wird.

β) Hydrodiffusion.

Ueber die Diffusion von tropfbaren Flüssigkeiten sowohl bei deren unmittelbaren Berührung, als auch bei der Trennung derselben durch eine Membran (Endosmose) wurden qualitative und quantitative Versuche angestellt und zwar über unmittelbare Hydrodiffusion mit dem Apparate von *Ludwig* und den beiden oben beschriebenen Apparaten von mir, über Endosmose mit den Apparaten von *Dutrochet*, *Matteucci* und *Cima*, *Jolly* und den meinigen. Es wurden hierbei besonders folgende Thatsachen und Erscheinungen erläutert:

5) dass die Stoffe, z. B. Kochsalz und Glaubersalz, Zucker und Eiweiss, Säuren und Alkalien, je nach ihrer Natur, mit verschiedener Geschwindigkeit diffundiren;

6) dass das specifische Gewicht und der Procentgehalt der Stoffe von Einfluss auf die Geschwindigkeit und Richtung der Diffusion ist;

7) dass die Diffusionsgeschwindigkeit um so beträchtlicher sich zeigt, je grösser die Berührungsfläche der Flüssigkeiten;

8) dass, je höher die Temperatur, um so schneller die Diffusion erfolgt;

9) dass zwei in einer Flüssigkeit gelösten Stoffe, z. B. Kochsalz und Glaubersalz, mit verschiedener Geschwindigkeit diffundiren und gegenseitig einen Einfluss auf die Geschwindigkeit üben;

10) dass die Ausgleichung von zwei verschiedenen Flüssigkeiten durch eine membranöse Scheidewand gegen den hydrostatischen Druck stattfindet und sich hierbei Volumina und specifische Gewichte der Flüssigkeiten ändern;

11) dass die Richtung des endosmotischen Stroms von der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Scheidewand abhängig ist, z. B. zwischen Alkohol und Wasser, je nachdem sie durch eine thierische Haut oder eine Kautschukplatte getrennt sind;

12) dass an der Harnblase eines lebenden oder eines unmittelbar vor dem Experiment getödteten Frosches die endosmotischen

Erscheinungen nicht oder erst nach einiger Zeit eintreten, während sie an einem vor mehreren Stunden getödteten Frosche sogleich erfolgen;

13) dass nur zwischen ungleichartigen Lösungen, z. B. dünneren und dichteren wässerigen Lösungen von Kochsalz, Zucker, Eiweiss, nicht aber zwischen gleichartigen Lösungen ein Strom stattfindet und zwar von der dünneren nach der dichteren Lösung;

14) dass bei verschiedenem specifischem Gewicht und gleicher Natur zweier wässerigen Lösungen in der Regel die Strömung von der leichteren zu der schwereren geht, bei gleichem specifischem Gewichte aber und verschiedener Natur der gelösten Stoffe so lange eine Diffusion entsteht, bis die Stoffe sich ausgeglichen;

15) dass die Stärke des Stroms verschieden ist nach der chemischen Natur der Stoffe, wie diess verdünnte Säuren, Alkohol, Kochsalz- und Zuckerlösungen im Gegensatz zu Eiweiss und Alkalien beweisen;

16) dass die Stärke der endosmotischen Strömung mit der Concentration einer Lösung zu und mit der Dichtigkeit der anderen Lösung abnimmt;

17) dass, je nachdem eine thierische Membran mit Wasser oder Oel oder Galle gedrängt ist, gewisse Stoffe in verschiedener Menge diffundiren, indem z. B. Fett durch eine mit Wasser gedrängte thierische Membran ausgeschlossen wird, durch eine mit Galle imbibirte aber diffundirt;

18) dass die Geschwindigkeit und Dauer der Endosmose von der Beschaffenheit einer Membran abhängt, wie diess die Unterschiede in den Strömungen durch seröse Membranen, Schleimhäute und die äussere Haut beweisen;

19) dass gewisse Stoffe, z. B. Kalihydratlösungen, langsam, andere, z. B. verdünnte Säuren, rasch durch Membranen diffundiren;

20) dass je grösser die chemische Differenz und je grösser der Unterschied in der Concentration ist, um so rascher die Endosmose erfolgt;

21) dass der hydrostatische Druck, wenn er beträchtlich ist, un eben so auch die Verdunstung mächtig auf die Endosmo wirken, nach *Liebig's* Methode.

γ) Imbibition.

Zur Erläuterung der Erscheinungen und Vorgänge bei de Quellung thierischer Theile wurde dargethan:

22) dass verschiedene Substanzen, z. B. Schleimhäute, Lederhau Sehnen, Muskeln, durchsichtige Augenhaut, Knorpel, elas tische Gebilde, Oberhäute in verschiedenem Grade für ein und dieselbe Flüssigkeit, z. B. Wasser, imbibitionsfähig sind

23) dass eine und dieselbe Substanz, z. B. eine Schleimhau manche Flüssigkeiten in grösserer, andere in geringerer Meng aufnimmt;

24) dass eine und dieselbe Substanz, z. B. Herzbeutel, von einer in einer Flüssigkeit gelösten Stoffe, z. B. Kochsalz, je nacl der Concentration der Flüssigkeit eine verschiedene Meng aufnimmt;

25) dass die Muskeln im lebenden Thiere bei aufgehobenem Blut laufe, z. B. der Wadenmuskel eines Frosches nach Unter bindung der gemeinsamen Hüftpulsader, im Wasser aufquelle und nach einiger Zeit ihr Imbibitionsmaximum erreichen;

26) dass die Muskeln nach der Trennung vom Körper ein höheres Quellungsmaximum erreichen, als im lebenden Thiere bei aufgehobenem Blutlauf;

27) dass sie einige oder mehrere Stunden nach dem Beginn der Quellung in ihrem Gewichte wieder ab- und später wieder zunehmen;

28) dass die Quellung der Muskeln im Wasser sowohl auf die Reizbarkeit wie auf das electromotorische Vermögen derselben einen Einfluss übt;

29) dass der im lebenden Thiere gequollene Muskel nach der Trennung vom Körper rascher sein Quellungsmaximum erreicht, als der im lebenden Thiere nicht imbibirte Muskel;

30) dass feuchte thierische Theile weniger rasch und in geringerer Menge Feuchtigkeit aufnehmen, als trockene.

b) Thierische Wärme.

Während der Vorträge über thierische Wärme wurden gezeigt:

1) die Unterschiede in der Eigenwärme verschiedener äusserer Körpertheile und der Mundhöhle des Menschen, sowohl mit guten Thermometern von *Geissler*, als auch mit dem Thermomultiplicator;
2) die Verschiedenheiten der Eigenwärme innerer Körpertheile, wie des subcutanen Bindegewebs, der Muskeln, des grossen Hirns, der Leber, des Magens, der Bauchhöhle, der Lungen, des Herzens an einem Thiere mittelst des Thermomultiplicators;
3) die Schwankungen in der Eigenwärme nach Tageszeiten und Nahrungsaufnahme an den Curven von *Lichtenfels* und *Fröhlich;*
4) die Unterschiede in der Eigenwärme bei einem Vogel und einem Säugethier;
5) der Einfluss der Athmung auf die Körperwärme an einer Henne, welcher beide Lungenmagennerven durchschnitten wurden;
6) der Einfluss des Blutlaufs auf die Wärme der Muskeln eines hintern Glieds an einem Kaninchen, dem die Schenkelpulsader unterbunden wurde;
7) der Einfluss des Stoffwechsels durch die Unterschiede in der Wärme verschiedener innerer Körpertheile eines Thieres;
8) der Einfluss der Verdauung an einem Hunde mit einer Magenfistel;
9) der Einfluss der Nerven auf die Eigenwärme eines Glieds an einem Kaninchen, dem der Schenkel- und der Hüftnerve durchschnitten und an dem die Wärme der Muskeln des gelähmten Glieds mit dem Thermomultiplicator gemessen wurde;
10) die Zunahme der Wärme des Ohrs nach Durchschneidung des Sympathicus der betreffenden Seite bei einem Kaninchen;
11) das Sinken der Eigenwärme während des Todeskampfs und nach dem Tode eines Thiers;
12) die Unterschiede in der Wärme der Unterleibsorgane im Vergleich zu den Lungen und dem Gehirn mit Rüchsicht auf den Ort der Wärmebildung.

c) Thierische Electricität.

Mittelst eines Multiplicators von 18000 Windungen und de Apparate von *Dubois-Reymond*, zum Theil auch mit dem strom prüfenden Froschschenkel wurden nachgewiesen:

1) die Richtung, die Stärke und die Dauer der electrische Strömung am enthäuteten Gesammtfrosch, am galvanischer Präparate, an den hinteren Gliedern mit dem Becken, an einzelnen Gliedern und Gliederabtheilungen des Frosches;
2) die Abhängigkeit der Strömung von der Verbindung je zweier Punkte der Länge des Frosches, und die Unabhängigkeit des Stroms im Gesammtfrosch vom Hirn und Rückenmark, von der Athmung und dem Blutlauf, sowie von der Berührung ungleichartiger Theile, der Knochen, Muskeln, Nerven;
3) das Bedingtsein des Stroms durch bestimmte Gewebe und deren Formbestandtheile, namentlich die Muskeln und Nerven, dagegen nicht die Knochen;
4) die Erscheinungen und Gesetze des Muskelstroms am *Musculus gastrocnemius* und anderen Muskeln des Frosches und zwar des Stroms zwischen Längs- und Querschnitten, natürlichen und künstlichen, gleich und verschieden beschaffenen Schnitten (natürlichem Längs- und Querschnitt, künstlichem Querschnitt und natürlichem Längsschnitt, zwei künstlichen Querschnitten, künstlichem und natürlichem Längsschnitt u. s. w.);
5) die electromotorische Wirkung des tetanisirten Muskels;
6) die Unwirksamkeit eines verwesenden Muskels;
7) die electromotorische Wirkung des Herzens, der Muskelhaut des Magens, des Darms vom Frosch;
8) die Erscheinungen und Gesetze des Nervenstroms am Ischiadicus, Rückenmark, Gehirn, Rückenmark und Gehirn vom Frosch mit natürlichen und künstlichen Längs- und Querschnitten;
9) der electrotonische Zustand der Nerven.

d) Mechanische Wirkungen.

Bei der Exposition der mechanischen Wirkungen im thierischen Organismus im Allgemeinen wurden gezeigt:

1) die Phänomene der Wimperbewegung an der Oberfläche der Larve eines Salamanders oder Frosches, sowie an der Schleimhaut der Mundhöhle eines ausgewachsenen Frosches;
2) die Wirkungen der Flimmerbewegung auf die Fortbewegung gestalteter Theilchen von verschiedener Grösse und auf die Strömung in einer Flüssigkeit;
3) die Geschwindigkeit der Bewegung gestalteter Theilchen in einer Flüssigkeit durch das Wimpern;
4) die Erscheinungen und Wirkungen der Contractilität der structurlosen Substanz (Sarcode) an Infusorien oder Hydren;
5) die Contractilitätserscheinungen der Iris an dem Auge eines kurze Zeit vor dem Versuche getödteten Kaninchens bei Anwendung der Pole eines Inductionsapparats in verschiedener Richtung und auf verschiedene Punkte des Auges;
6) die Dauer der Contractilität der Iris nach dem Tode;
7) die Erscheinungen und Wirkungen der Contractilität der Gefässe des Mesenteriums eines Frosches bei Anwendung des electromagnetischen Reizes;
8) die Faltung und Runzelung der Oberfläche der Milz eines Hundes kurz nach der Tödtung, wenn man den electromagnetischen Reiz auf die Milz einwirken lässt;
9) die Erscheinungen und Wirkungen der Contractilität der glatten Muskelfasern des Magens und Darms auf den mechanischen und electrischen Reiz;
10) die Elasticität quergestreifter Muskeln im lebenden und todten Thiere vor, während und nach der Starre;
11) die mit der Elasticität der Muskeln in Beziehung stehenden Zickzackbiegungen der quergestreiften Muskelprimitivbündel;
12) die Abhängigkeit der Irritabilität der Muskeln von dem Sauerstoffgehalt an einem Froschherzen, das im luftleeren Raume

aufhört zu schlagen, nach dem Zutritt von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft aber wieder anfängt sich zu contrahiren;

13) die Abhängigkeit der Irritabilität von dem Gehalte der Muskeln an Feuchtigkeit an einem Froschherzen, sowie an einem enthäuteten Froschschenkel, welche beide im luftleeren Raume aufhören auf den mechanischen und electrischen Reiz sich zu contrahiren, sobald ihnen etwas Feuchtigkeit entzogen ist, dagegen längere Zeit ihre Reizbarkeit behalten, wenn man ein Gefäss mit ausgekochtem Wasser gleichzeitig unter den Recipienten bringt;

14) die Beziehung der Irritabilität zu der chemischen Zusammensetzung an einem tetanisirten Muskel, insofern an einem solchen die neutrale Reaction in eine saure übergeht und zugleich die Reizbarkeit abnimmt;

15) die Beziehung der Irritabilität zu dem electromotorischen Vermögen der Muskeln, indem erstere früher als letzere verloren geht;

16) die Wirkungen der vom Nervensystem ausgehenden oder vermittelten Reize auf die Muskeln, je nachdem jene willkürlicher oder reflectorischer Natur sind, an Fröschen vor und nach der Decapitation;

17) die Wirkungen der Säfte, z. B. des Bluts, auf die Irritabilität an einem Froschherzen, das von Blut entleert bald aufhörte sich zu contrahiren, nach der Füllung mit Blut aber wieder pulsirte;

18) die Wirkungen der mechanischen Erreger, welche verschiedene Erscheinungen hervorrufen, je nachdem sie auf glatte oder quergestreifte Muskeln mit stumpfen oder scharfen Instrumenten, plötzlichem oder allmähligem Druck angewendet werden;

19) die Wirkungen hoher, mittlerer oder niederer Temperaturgrade am Herzen vom bebrüteten Hühnchen und am Froschherzen, welche mit Wasser von verschiedenen Temperaturgraden befeuchtet wurden;

20) die Wirkungen der Electricität auf die sehr reizbaren Muskeln eines galvanischen Präparats, welche sowohl beim Schliessen als beim Eröffnen der Kette lebhaft zucken;

21) die Wirkungen der Electricität auf Muskeln mit geschwächter Erregbarkeit, welche beim Schluss des absteigenden sowie bei der Eröffnung des aufsteigenden Stroms zucken;

22) die Wirkung der Electricität auf die Irritabilität während der Dauer des Schlusses einer constanten Kette, wobei der Muskel ruhig bleibt, während dagegen bei jeder Schwankung in der Stromesstärke eine Zuckung entsteht;

23) die Wirkung eines electrischen Stroms von unveränderlicher Stärke im Gegensatz zu einem Strom mit allmählig steigender Stärke, insofern ersterer eine tetanische Contraction, letzterer aber keine Zuckung hervorbringt;

24) der Einfluss der atmosphärischen Luft auf die Contractionen des Darms, des Herzens und der willkührlichen Muskeln, wenn sie blosgelegt und der Einwirkung der Luft ausgesetzt werden;

25) die Wirkungen des Sauerstoffs, des Wasserstoffs und der Kohlensäure auf die Herzcontractionen;

26) die Wirkungen von Strychnin und Opium auf die Irritabilität der Muskeln theils an Fröschen, die damit vergiftet wurden, theils am Herzen von diesen Thieren, bei denen das Gift unmittelbar auf das Herz gebracht wurde;

27) das Verhältniss der Irritabilität der Muskeln zu den Nerven an den Hinterbeinen eines Frosches, an denen die Nerven durchschnitten wurden und deren Muskeln die Reizbarkeit länger als die Nerven behielten;

28) das Verhältniss der Irritabilität zum Blut an einem Frosche, dessen Bauchaorta unterbunden wurde und bei dem die Muskeln der Hinterbeine ihre Reizbarkeit nach einiger Zeit verloren;

29) die Fortdauer der Reizbarkeit nach dem Tode bei kaltblütigen und warmblütigen, jungen und erwachsenen Thieren an den Abtheilungen des Herzens, am Magen und Darm, am Zwergfell und verschiedenen Muskeln des Rumpfs und der Glieder;

30) die Formveränderungen der Muskeln bei der Contraction namentlich der Grad der Verkürzung des ganzen Muskels sowie das Kürzer- und Dickerwerden der Primitivbündel;
31) das Verschwinden der Längsstreifen, das deutlichere Hervortreten der Querstreifen und die gegenseitige Annährung der letzteren bei der Zusammenziehung eines Muskels;
32) die graphische Darstellung des Gangs und der Dauer einer Muskelcontraction mittelst des Kymatographion;
33) die Erscheinungen der Wärmestarre an den Muskeln eines enthäuteten Froschschenkels, welcher in warmes Wasser von 38° C. getaucht wurde, und die Nichtempfänglichkeit eines solchen Muskels für die gewöhnlichen Reize;
34) die Starre der Muskeln eines Gliedes in einem lebenden Thiere, wenn man die Arterie zu dem Gliede unterbindet, und das Verschwinden der Starre, wenn man den Blutlauf wiederherstellt;
35) die Erscheinungen der Todtenstarre und die inneren Veränderungen der Muskeln während der Todtenstarre in Betreff der Beschaffenheit der Primitivbündel, der Dehnbarkeit der Muskeln und des electromotorischen Vermögens;
36) die mechanischen Leistungen eines Muskels von einem kurz vor dem Versuche getödteten Thiere, wenn man ihn electromagnetisch reizt, nach der Methode von *Ed. Weber;*
37) die mechanischen Leistungen der Muskeln im lebenden Körper, wie sie durch die verschiedenen Kraftmesser, den Zug- und Druckkraftmesser für die Gliedermuskeln, den Pneumatometer, den Hämatodynamometer u. s. w., ermittelt werden können.

e) Organische Periodicität.

Die periodischen Erscheinungen im menschlichen Organismus, namentlich die Schwankungen in der Eigenwärme, im Puls, in den Athemzügen, in der Ausscheidung der Kohlensäure durch die Lungen, in der Menge des Harns und des Harnstoffs, sowie der Galle, in den Geburten und in der Mortalität nach Tageszeiten und zum Theil nach Monaten wurden an Curventafeln erläutert.

II. Specielle Physiologie.

a) Verdauung.

Durch Versuche und Demonstrationen wurden in diesem Kapitel folgende Verhältnisse dargelegt:

1) der Zustand der Verdauungsorgane und die Veränderungen der Nahrungsmittel im Magen und Darm, sowie die Beschaffenheit des Chylus an einem Hund, der mehrere Stunden vor der Tödtung mit verschiedenen Nahrungsstoffen, wie Brod, Fleisch, Kartoffeln, Milch, gefüttert wurde;
2) der Zustand der Verdauungsorgane und die Beschaffenheit des Inhalts des Milchbrustgangs an einem Hunde, der längere Zeit vor der Tödtung keine Nahrung erhalten hatte;
3) der Einfluss, den die Durchschneidung der beiden Lungenmagennerven auf die Begierde nach Nahrung hat, an einer Henne, welche längere Zeit gefastet;
4) die Menge der Nahrung, welche ein Thier, z. B. ein Hund von einem bestimmten Körpergewicht, im Verhältniss zum täglichen Verlust durch Lungen, Nieren, Darm und Haut braucht;
5) der Nutritionswerth von Brod, Fleisch und anderen Nahrungsmitteln mit Rücksicht auf den Gehalt derselben an Albuminaten, Kohlenhydraten und Fetten, Wasser und Salzen an einem Hund, der längere Zeit mit Brod, dann mit Fleisch u. s. w. gefüttert wurde;
6) die wesentlichen Veränderungen in den Lebensprocessen während der Inanitionsdauer nach den Curventafeln von *Bidder* und *Schmidt;*
7) die Art der Wirkung der Zähne, der Kiefer und der Kaumuskeln an Präparaten;
8) die mikroskopischen Bestandtheile des Mundspeichels;
9) die chemischen Eigenschaften des Mundspeichels, namentlich die alkalische Reaction dieser Flüssigkeit und die Gegenwart von Rhodankalium in derselben;

10) die Umwandlung des Stärkekleisters in Zucker durch den Mundspeichel bei einer Temperatur von 18° C. und von 38° C.;
11) das verschiedene Verhalten des Mundspeichels zum Stärkekleister bei schwachem und starkem Säurezusatz;
12) die Wirkung der wässrigen Extracte der Parotis, der Kieferdrüse, der Mundhöhlenschleimhaut sowohl eines jeden für sich, als auch der einzelnen Extracte in verschiedener Verbindung miteinander auf den Stärkekleister;
13) das Verhalten der hinteren Gaumenbögen, des Kehldeckels und der Zungenwurzel bei der Deglutition an einem Hunde, an dem diese Theile durch einen queren Schnitt dicht unter dem Zungenbein blosgelegt wurden;
14) die Lage- und Formveränderungen des Magens sowie die peristaltischen Bewegungen dieses Organs an Hunden während der Verdauung und im nüchternen Zustande;
15) die zeitweise eintretenden Contractionen und Expansionen an dem Magenmund und am Pförtner des Magens an einem Kaninchen;
16) der wahrscheinlich stattfindende Vorgang des Wiederkäuens des Menschen an einem getrockneten Magen von einem Menschen, der wiederkäute;
17) die Kraft, mit der die Magencontractionen erfolgen, an einem Hunde mit einer Magenfistel;
18) der Einfluss der Durchschneidung sowie der Reizung des Lungenmagennerven auf die Magencontractionen an einem Hunde oder Kaninchen;
19) der Vorgang des Erbrechens, die antiperistaltischen Bewegungen am Magen und Darm sowie das Verhalten des Zwergfells und der Bauchmuskeln bei diesem Acte an einem Hunde, dem 2 Gran Brechweinstein in eine Vene injicirt und der dann, sobald die ersten Brechbewegungen sich einstellten, durch einen Schlag auf den vorderen Theil des Kopfs betäubt wurde;
20) die mikroskopischen Bestandtheile des Magenschleims, des Magensafts und des Inhalts der Magensaftdrüsen;

21) die chemischen Eigenschaften des Magenschleims und des Magensafts an einem Hund mit einer Magenfistel;

22) der Einfluss des Vagus auf die Excretion des Inhalts der Labdrüsen an einem Hund, der gefastet und dem die beiden Lungenmagennerven durchschnitten wurden, nachdem er kurz vor der Operation das Weisse von hartgesottenen Eiern erhalten hatte;

23) die Temperatur des Magens an einem Hunde mit einer Magenfistel;

24) die Art der Destruction und die Lösung verschiedener Nahrungsmittel, z. B. des Eiweisses, Faserstoffs, Käsestoffs, des Fleisches, der Milch, des Brods, der Schleimhäute, Sehnen, der Lederhaut, der Knorpel u. s. w., durch künstliche und natürliche Verdauungsversuche;

25) die chemische Umwandlung der Albuminate und leimgebenden Substanzen und die übereinstimmenden Reactionen der Peptone der Albuminate und leimgebenden Substanzen;

26) die nicht erfolgende Lösung der epidermoidalen und elastischen Gebilde durch den Magensaft, sowie die unveränderte Beschaffenheit des Stärkekleisters nach längerer Einwirkung einer natürlichen und künstlichen Verdauungsflüssigkeit auf Stärke bei einer Digestionstemperatur von 30^0 R.;

27) der Antheil der Wirkung der freien Säure und der organischen Materie im Magensaft auf die Lösung und Umwandlung der Albuminate und leimgebenden Gebilde durch vergleichende Versuche über das Verhalten von Magenschleimhaut und gesäuertem Wasser, Magenschleimhaut und nichtgesäuertem Wasser, gesäuertem Wasser ohne Magenschleimhaut zu geronnenem Eiweiss, Faserstoff, Sehnen, Knorpeln etc.;

28) der Einfluss eines geringen und eines hohen Säuregehalts sowie der Neutralisation der Säure einer künstlichen Verdauungsflüssigkeit auf die Lösung und Umwandlung des geronnenen Eiweisses;

29) die Unterschiede in dem Grade der verdauenden Kraft der

künstlichen Verdauungsflüssigkeit, je nachdem man zur Bereitung derselben auf 100 Gramm gesäuerten Wassers 2 Gramm bis 1 Decigramm Magenschleimhaut ohne Epithelium und submucose Bindegewebsschichte nimmt;

30) die Verschiedenheiten in der verdauenden Kraft der Schleimhaut, des Blindsacks, des Körpers und des Pförtnertheils des Magens vom Schwein;

31) die Schwächung oder Vernichtung der verdauenden Kraft des Magensafts durch niedere und hohe Temperaturgrade, durch Alkohol, Gerbesäure u. s. w.;

32) die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Chymus von einfachen und zusammengesetzten Nutrimenten, so wie die Verdaulichkeit derselben an einem Hund mit einer Magenfistel;

33) der Typus und Modus der Darmbewegungen an Hunden und Kaninchen unmittelbar nach der Tödtung;

34) die Veränderungen der Galle und der Nahrungsmittel, namentlich der Fette, der leimgebenden Gebilde und der Amylon haltigen Nutrimente auf dem Wege durch den Darmkanal;

35) die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Darmschleims und Darmsafts;

36) die Wirkungen des Darmsafts auf Amylon durch künstliche Versuche;

37) die Wirkungen des Darmsafts auf Albuminate, namentlich geronnenes Eiweiss und Fleisch, durch künstliche Versuche, in denen das wässrige, gesäuerte und nicht gesäuerte Extract der Schleimhaut des dünnen und dicken Darms mit Würfeln von geronnenem Eiweiss und mit Stückchen von Ochsenfleisch einer Temperatur von 30° R. ausgesetzt wurde;

38) die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bauchspeichels an einem Hunde mit einer Pankreasfistel;

39) die Wirkung des frischen Safts des Pankreas auf Stärkekleister, welcher in 15 — 20 Sec. bei einer Temperatur von 20° R. in Zucker umgewandelt wurde;

40) die Wirkung des pankreatischen Safts auf die Emulsirung der neutralen Fette;

Anmerkung. Diese Versuche wurden öfters auch mit dem wässrigen Extracte der frischen pankreatischen Drüse angestellt.

41) die physikalischen Eigenschaften der Galle und die Reactionen auf den Farbstoff und die Säuren der Galle;

42) die Unterschiede in der Farbe der Galle eines Hundes mit einer Gallenblasenfistel, je nachdem derselbe mit vegetabilischer oder thierischer Nahrung gefüttert wurde;

43) die stündlich und täglich ausgeschiedene Gallenmenge im Verhältniss zum Körpergewicht, zur Menge und Art der Nahrung (Brod und Fleisch) und zur Menge des genossenen Wassers an einem Hunde mit einer Gallenblasenfistel;

44) die veränderte Beschaffenheit der Fäces bei verhindertem Abfluss der Galle in den Darm, namentlich was den fauligen Geruch und den reichlichen Fettgehalt betrifft;

45) der auffallende Fettmangel in dem Körper eines Hundes mit einer Gallenblasenfistel, die grosse Fressbegier und das gesteigerte Nahrungsbedürfniss eines solchen Thieres;

46) die Fällung des Schleims der Galle mit einem Theil des Fetts und Farbstoffs und die Veränderung des Farbstoffs bei Zumischung eines saueren Chymus;

47) die Abnahme der saueren Reaction des natürlichen Chymus beim Zusatz von frischer Galle;

48) die mikroskopische Analyse der Fäces besonders in Betreff der ungelösten oder unlöslichen Speisetheile, die mit den Fäces abgehen, wie der Muskelfasern, Binden, Sehnen, elastischen Gebilde, des Fetts, der Knorpel- und Knochentheile, Epidermisgebilde, Stärkmehl- und Chlorophyllzellen u. s. w.;

49) die chemische Nachweisung von Amylon, Zucker, Fett, Eiweiss etc. in der Fäcalmasse bei reichlicher Fütterung der Hunde mit Kartoffeln, fetten Stoffen und Albuminaten;

50) die milchige Farbe des Chylus und deren Ursache;

51) die Art und Zeit der Gerinnung des Chylus;

52) die wichtigsten chemischen Bestandtheile im Serum und Kuchen des Chylus;

53) die Formbestandtheile des Chylus;

54) das verschiedene Verhalten des Chylus, namentlich rücksichtlich der Formbestandtheile, der Farbe und Gerinnung vor und nach dem Durchgang durch Drüsen;

55) der Mechanismus der Aufsaugung des Chylus, in's Besondere die Art des Uebergangs des Fetts durch die Epitheliumcylinder der Darmschleimhaut;

Anmerkung. Diese Demonstrationen über den Chylus wurden alle an Hunden, die reichlich und namentlich mit fetten Stoffen gefüttert wurden, gegeben.

56) die Farbe, die Gerinnung, Formbestandtheile und die wichtigsten chemischen Bestandtheile der Lymphe sowohl an einem Hunde, der längere Zeit keine Nahrung erhalten hatte, als auch an Fröschen aus den Lymphräumen unter der Haut;

57) die verschiedene Schnelligkeit, mit der die Stoffe, z. B salpetersaures Strychnin, Kaliumeisencyanür, von der Mundhöhle, der Bauchhöhle, dem Mastdarm, der Pfote aus resorbirt werden, an Kaninchen und Fröschen;

Anmerkung. Die Versuche über die Resorption von Kaliumeisencyanür durch die Pfote wurden an Fröschen in der Weise angestellt, dass auf die aus der Mundhöhle gelegte und ausgespannte Zunge von Zeit zu Zeit eine verdünnte Lösung von Eisenchlorid getropft wurde.

58) der grosse Unterschied in der Zeit der Resorption von salpetersaurem Strychnin und Kaliumeisencyanür durch Lymphgefässe und Blutgefässe an Fröschen, denen die Bauchaorta unterbunden oder freigelassen und die Pfote eines Hinterbeins in eine Lösung von salpetersaurem Strychnin oder Kaliumeisencyanür getaucht wurde;

Anmerkung. Um diesen Versuch leicht zu bewerkstelligen, bindet man einen Frosch mit den Vorderfüssen und einem Hinterfuss auf ein Brettchen und durchschneidet ihm an dem anderen Hinterfuss, dessen Pfote in die Lösung des zur Resorption bestimmten Stoffs taucht, die Nerven.

59) die Aufsaugung eines Stoffs, z. B. des salpetersauren Strych-

nins, durch die Haut eines Glieds, dessen Nerven durchschnitten sind, an einem Frosch, dem die Nerven des einen Hinterbeins getrennt wurden, im Vergleich mit einem zweiten Frosch, bei dem die Nerven unversehrt gelassen wurden;

60) die Contractilität der mesenterischen Saugadern und die rasche Entleerung derselben bei der Einwirkung der Luft an einem Hunde;

61) die Pulsationen der Lymphherzen, ihre Unabhängigkeit von den Herzcontractionen, den Athmungsbewegungen, dem Hirn und Halstheil des Rückenmarks, sowie ihre Abhängigkeit von dem unteren Theil des Rückenmarks an Fröschen;

62) die contractilen Fasern *Brücke's* in den Darmzotten und in der Darmschleimhaut;

63) das Verhalten der Saugadern und der Blutgefässe in den Saugaderdrüsen;

64) die Verschiedenheiten in den Eigenschaften der Lymphe vor und nach dem Durchgang durch die Saugaderdrüsen;

65) die mikroskopischen Unterschiede des Milzvenenbluts von dem Milzarterienblut;

66) die mikroskopischen Bestandtheile der rothen Milzpulpa;

67) die Lymphe in den Saugadern der Milz vom Rind;

68) die Milzbläschen und deren Inhalt;

69) das Verhalten der Saugadern an der Milz vom Kalb;

70) die Blasen der Schilddrüse und ihr Inhalt, sowie das Verhalten der Blut- und Lymphgefässe dieses Organs;

71) der Thymussaft, seine Formbestandtheile und wesentlichsten chemischen Bestandtheile.

b) Athmung.

Bei der Auseinandersetzung des Respirationsprocesses wurde gezeigt:

1) die lange Dauer der Athmungsbewegungen bei vermindertem Luftdruck und Entziehung der atmosphärischen Luft unter dem Recipienten der Luftpumpe an einem Frosche im Vergleich zu einem warmblütigen Thiere;

2) die Abnahme in der Häufigkeit der Athemzüge nach Durchschneidung der beiden Lungenmagennerven an einer Henne und einem Kaninchen;
3) die Fortdauer der Athmungsbewegungen nach Entfernung der Hemisphären des grossen Hirns, der Vierhügel und des kleinen Hirns, sowie das Aufhören aller respiratorischen Bewegungen nach Zerstörung des verlängerten Marks an einem Frosche;
4) die Erregung der Athmungsbewegungen durch Hautreize an einem Frosche, dem das Hirn genommen, das verlängerte Mark aber gelassen war;
5) die Erscheinungen und Folgen des Erstickungstods an einem Hunde, der durch Strangulation getödtet wurde;
6) die Eröffnung und Schliessung der Stimmritze beim Athmen an einem Frosche, sowie die Erweiterung und Verengerung der Stimmritze beim Ein- und Ausathmen an einem Hunde;
7) die Bewegungen der Luftröhre beim Athmen an einer Henne;
8) die Art der Füllung der Lungen mit Luft bei den Fröschen im Vergleich zu der bei Säugethieren;
9) die Messung und Bestimmung der vitalen Capacität der Lungen beim Menschen, mit Rücksicht auf Körperhöhe, Brustumfang, Brustbeweglichkeit, Alter, Lebensweise u. s. w. mittelst des Spirometers;
10) die luftdichte Umschliessung der Lungen durch die Brustwände und die Lungensäcke, sowie die Wirkung des Brustkastens bei der Erweiterung desselben während der Inspiration auf die Lungen an einem Kaninchen oder Hunde, an dem an einer Stelle die Intercostalmuskeln entfernt und die Rippenpleura blosgelegt wurde;
11) das Zusammensinken der einen Lunge beim Eröffnen des einen Lungensacks und das Einstreichen von Luft in den Sack mit jeder Inspiration;
12) die Wirkung des Zwergfells auf die Verlängerung der Athmungshöhle an einem Hunde;
13) die Wirkung der Rippenhalter und Zwischenrippenmuskeln

auf die Erweiterung des Brustkorbs gleichfalls an einem Hunde;

Anmerkung. Es wurde bei diesem Versuche zugleich bewiesen, dass man die Brustmuskeln und die grossen Sägemuskeln trennen und entfernen kann und der Brustkorb dennoch vollkommen ballonartig erweitert wird, sowie dass der dreieckige Brustmuskel ein Exspirationsmuskel ist.

14) die Messung des Ex- und Inspirationsdrucks mittelst des Pneumatometers;

15) das Verhältniss in der Zahl der Athemzüge zur Häufigkeit des Pulses bei Hunden und Kaninchen;

16) die Veränderungen der atmosphärischen Luft durch das Athmen in mehreren Analysen der Ausathmungsluft;

17) die Verschiedenheiten in den Verhältnissen der Bestandtheile der Ausathmungsluft nach der Häufigkeit und Tiefe der Athembewegungen, sowie nach der Nahrung (thierischer und vegetabilischer Kost);

18) die Veränderungen, die das Blut in der Farbe, in der Zeit und Art der Gerinnung, in der verschiedenen Festigkeit des Kuchens durch die Athmung erfährt, in den Unterschieden des Blutes der Carotis und der Halsvene eines Kaninchens;

19) die Veränderungen des Milchsafts und der Lymphe in Folge der Athmung durch die Darlegung der Unterschiede dieser Flüssigkeiten von dem rothen Blute in der Farbe, Wassermenge, Menge des Eiweisses, Faserstoffes und Globulins, der Natur der Fette u. s. w.;

20) die Farbenveränderungen des Bluts durch Sauerstoff, Kohlensäure, Wasser, Salze, Säuren, Alkalien, Zucker, Aether an geschlagenem Blut;

21) der Einfluss des Lungenmagennerven auf die Athmung, die Vorgänge in den Lungen und die Veränderungen des Lungengewebs an einem Hunde, dem beide Vagi getrennt und eine Luftröhrenfistel angelegt wurde;

22) die physikalischen Eigenschaften des Bluts innerhalb der Ader eines lebenden Thieres am Mesenterium eines Frosches;
23) der Vorgang der Gerinnung des Bluts, die einzelnen Momente der Gerinnung und die Zeit des Eintritts der einzelnen Momente an dem Blute eines Hundes oder Kaninchens;
24) der Einfluss der Luft und des Schlagens des Bluts auf die Zeit und die Art der Gerinnung;
25) die Beschaffenheit und die Bestandtheile des Serums und des Kuchens nach vollendeter Gerinnung;
26) die mikroskopischen Bestandtheile des Bluts vom Menschen und von verschiedenen Thieren und die mikroskopische Analyse der Blutkörperchen durch mechanische und verschiedene chemische Mittel;
27) die chemische Analyse des Bluts nach der Methode von *Scherer*, namentlich die Bestimmung der Menge des Wassers, der Körperchen, des Eiweisses, des Faserstoffs, der Extractivstoffe und Salze;
28) die Erscheinungen in Folge der Verblutung und die Wiederbelebung durch Injection von frischem geschlagenem Blute an einem Hunde, den man durch Eröffnung der Schenkelpulsader sich verbluten liess und welchem dann geschlagenes und defibrinirtes Blut in die Schenkelvene injicirt wurde.

c) Kreislauf.

Bei der Auseinandersetzung der Erscheinungen und Vorgänge des Kreislaufs des Bluts wurde gezeigt:
1) der Rhythmus der Herzbewegungen an Fröschen, Kaninchen und Hunden, und hier sowohl bei der normalen Zahl, als auch bei der durch Strychnin erzeugten geringeren Häufigkeit derselben;
2) die Lageveränderungen des Herzens bei Fröschen während der Systole und Diastole bei geschlossenem und nach eröffnetem Herzbeutel vor und nach der Anwendung einer Lösung von 2 Gran salpetersauren Stychnins in ½ Unze destillirten Wassers;

3) die Lageveränderungen des Herzens an einem Kaninchen oder jungen Hunde, dem mehrere Rippen der einen Seite abgetragen, der Herzbeutel aber geschlossen gelassen wurde, um zu zeigen, dass das Herz keine Hebelbewegungen bei seinen Contractionen und Expansionen vollführt;

4) die Formveränderungen des Herzens während der Systole und Diastole an Fröschen;

5) der Herzstoss an Froschherzen, deren Bewegungen durch Strychnin sehr verlangsamt wurden;

6) der Schluss der zipfeligen und der halbmondförmigen Klappen an einem Kalbsherzen, das nach der bekannten Methode zurechtgemacht und mittelst eines Trichters mit Wasser gefüllt wurde;

7) der Durchgang einer Flüssigkeit durch das Herz und der vollkommene Schluss der Herzklappen an einem Kalbsherzen, in dessen Venen kurze und in dessen Arterien lange Röhren gebunden wurden und das alsdann in eine Schüssel mit Wasser so gelegt wurde, dass die kurzen Röhren im Wasser, die langen ausserhalb desselben sich befanden. Durch abwechselndes Zusammendrücken und Ausdehnen der Herzkammern mit den Händen wurde das Wasser der Schüssel durch das Herz bewegt und durch die langen Röhren ausgespritzt;

8) die Streckung und Dehnung der Aorta in Folge der Contraction der Kammer und der Repuls des Bluts gegen die arteriöse Oeffnung an einem Froschherzen, dessen Bewegungen durch Strychnin verlangsamt wurden;

9) die Messung des Drucks, unter dem das Blut in einer Arterie, Carotis oder Schenkelpusader, und in einer Vene, Jugularis oder Schenkelvene, steht, mittelst des Hämatodynamometers an einem Hunde;

10) die Differenzen in der Stärke des Seitendrucks am Anfange und Ende des künstlichen Circulationsapparats, welcher oben (S. 44) beschrieben wurde;

11) die Herz- und Athmungscurven an einem Hunde mittelst des Kymatographion;
12) die Aspiration, welche durch die Erweiterung des Thorax beim Einathmen auf das Blut in den Venen nächst der Brust ausgeübt wird, an der Halsvene eines Hundes;
13) der Einfluss des verlängerten Marks und der Lungenmagennerven auf die Herzbewegungen erstens an einem Hunde, dem beide Vagi getrennt wurden, und zweitens an Fröschen, bei denen der electromagnetische Reiz auf das verlängerte Mark, die beiden Vagi und die Einmündung der unteren Hohlader in's Herz angebracht wurde;
14) der Einfluss des Sympathicus auf die Herzbewegungen an einem Hunde, an dem die Herzäste des Sympathicus, die Aorta, Kammern und Vorkammern electromagnetisch gereizt wurden;
15) der Einfluss der vermehrten Athembewegungen und des Anhaltens des Athems auf die Herzcontractionen;
16) die längere Zeit fortbestehenden, aber in ihrer Häufigkeit allmählig abnehmenden Herzbewegungen an einem Frosch, dessen Hirn und Rückenmark zerstört wurden;
17) die Fortdauer der Contractionen der Stücke eines der Länge und der Quere nach getheilten Froschherzens;
18) die wichtigsten physikalischen Verhältnisse der Circulation in einem elastischen Schlauchsystem, das mit einer Druckpumpe in Verbindung gesetzt wurde, namentlich
   a) die continuirliche aber abwechselnd stärkere und schwächere, d. h. stossweise Strömung der Flüssigkeit,
   b) die Wellenbewegung in der Flüssigkeit und in der Wandung,
   c) die Ausdehnung und Streckung des zunächst der Pumpe befindlichen Schlauchs bei jedem Kolbenstoss,
   d) die Fortpflanzung des Stosses als Puls,
   e) die verschiedene Schnelligkeit in der Strömung der Flüssigkeit sowohl im Verhältniss zur Zahl der Pumpenstösse, als auch der verschiedenen Weite der einzelnen Stücke des Schlauchsystems;

19) die stossweise Fortbewegung des Bluts, die Wellenbewegung im Blut, die Ausdehnung und Verlängerung, die laterale und longitudinale Bewegung an einer blosgelegten Arterie eines Thiers;

20) die Erscheinungen der vitalen Contractilität an den Arterien des Mesenterium vom Frosch, wie sie sich nach electromagnetischer Reizung einer Arterie zu erkennen geben;

21) die verschiedenen Verhältnisse des Pulses, insofern derselbe durch das Gefühl oder Gesicht oder Gehör wahrgenommen wird, insbesondere die Momente, welche die besondere Beschaffenheit des Pulses bedingen, sowie die Differenzen in der Häufigkeit und deren Ursachen u. s. w., zum Theil an den Zuhörern erläutert;

22) die Schnelligkeit des Blutlaufs in der Carotis und in der Halsvene eines Hundes mittelst des Hämatodromometers;

23) die Art der Blutbewegung in den Capillaren an der Schwimmhaut, am Mesenterium und an der Zunge des Frosches;

24) die Verschiedenheiten in der Bewegung des peripherischen und axialen Stroms, der farblosen und gefärbten Blutkörperchen an den feineren Gefässen des Mesenterium vom Frosch;

25) die verschiedene Schnelligkeit des Blutstroms in den feinsten Capillaren, in den arteriellen und venösen Muttergefässen, sowie die Methode der Messung der Geschwindigkeit des Blutlaufs an den Gefässen der Schwimmhaut des Frosches;

26) die Contractilitätserscheinungen an den gröberen Haargefässen, den arteriellen und venösen Muttergefässen, nach Anwendung des electromagnetischen Reizes an den Gefässen des Mesenterium und der Schwimmhaut des Frosches;

Anmerkung. Es wurde hierbei zugleich gezeigt, dass Capillare von $1/_{90}'''$ — $1/_{100}'''$ P. im Durchmesser und die noch feineren auf den electromagnetischen Reiz sich nicht contrahiren.

27) die Aenderungen und Abweichungen des Blutstroms in den Capillaren von der normalen Art und Richtung nach Anwendung von Reizen und bei der Entzündung;

28) dass die Durchschneidung der Nerven am Hinterbein eines Frosches weder auf den Durchmesser der Haargefässe in der Schwimmhaut, noch auf die Art und Schnelligkeit der Blutbewegung durch dieselben, noch auf den Eintritt der Entzündungserscheinungen in der Schwimmhaut einen Einfluss hat;

29) die Art der Blutbewegung in den Venen, die Contractilität der Venen, der Druck, unter dem das Blut in den Venen steht, die Wirkungen der Venenklappen, die Schnelligkeit des Blutlaufs in den Venen wurden theils durch Versuche an Hunden, Kaninchen und Fröschen, sowie am Caudalherz des Aals, theils durch Demonstrationen an Präparaten erläutert.

30) der Collateralkreislauf wurde an Hunden, bei denen grössere Arterien, wie Carotis, Cruralis, unterbunden wurden, nachgewiesen.

d) Ernährung und Absonderung.

Die Versuche und Demonstrationen, welche über die Ernährung und Absonderung gegeben wurden, betrafen folgende Punkte:

1) den Einfluss des Gehirns, der Rückenmarksnerven und des Sympathicus auf die Ernährung. Es wurde gezeigt

a) an einem Frosche, dass nach Entfernung des Hirns die Ernährungs- und Secretionsprocesse ungestört von statten gehen,

b) ebenfalls an einem Frosche, dass nach der Trennung der vorderen und hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven zu dem einen Hinterbein vor dem Zutritt des Sympathicus die Ernährung des Glieds nicht beeinträchtigt wird und gebrochene Knochen wieder heilen,

c) an einem Frosche und an einem Kaninchen, dass nach der Durchschneidung der Rückenmarksnerven an dem einen Hinterbein nach dem Zutritt des Sympathicus die Ernährung des Glieds leidet und gebrochene Knochen nicht wieder heilen;

2) die Vorgänge der Heilung einer Wunde *per primam et secundam intentionem* an einem Hunde, dem einige Nackenwunden gesetzt wurden;

3) die Vorgänge der Regeneration im Allgemeinen an Wassersalamandern, denen theils der Schwanz, theils ein Vorderfuss, theils die vordere Hälfte des Augapfels abgetragen wurde;
4) die morphologischen Erscheinungen der Exsudation und Neubildung an einem Frosche und an einem Kaninchen, denen durch eine Oeffnung in der Bauchhaut Erbsen in dieselbe gebracht wurden;
5) die Art der Neubildung der Bindegewebssubstanz an einem Hunde, dem ein Stück der Nackenhaut mit dem subcutanen Bindegewebe weggenommen wurde;
6) die Art der Regeneration der Sehnensubstanz an der Achillessehne eines Kaninchens oder Hundes;
7) die Callusbildung und Regeneration der Knochensubstanz an frischen und Weingeist-Präparaten von Thieren und vom Menschen;
8) die Art der Vereinigung getrennter Muskeln bei Substanzverlust;
9) die Veränderungen der Nerven nach der Durchschneidung oder bei aufgehobener Verrichtung derselben an frischen Objecten und Weingeist-Präparaten;
10) die Vereinigung durchschnittener Nerven und die Regeneration der Nervensubstanz nach Substanzverlusten an mehreren Präparaten;
11) die Beschaffenheit regenerirter Hauttheile in Vergleich zu den Bestandtheilen der normalen Haut an Präparaten;
12) die Art und die Zeit der Heilung von Quer- und Längswunden an der Darmschleimhaut von Hunden nach Weingeist-Präparaten;
13) die Thrombusbildung und Obliteration der Gefässe nach der Unterbindung an frischen und Weingeist-Präparaten von Thieren und vom Menschen;
14) die Wiederherstellung des Canals durchschnittener und unterbundener Ausführungsgänge der Drüsen am gemeinsamen Gallengang eines Hundes;

15) die Reproduction der Linse, der Nägel und Zähne nach Präparaten;
16) die morphologischen Verhältnisse der Secreta, namentlich des Serum, der Synovia, des Schleims, der Hautschmiere, des Schweisses, der Galle, des Harns nach zahlreichen Demonstrationen;
17) die mikroskopischen und zum Theil auch die chemischen Unterschiede des Pfortaderbluts vom Lebervenenblut an einem Hunde;
18) die Folgen der Exstirpation der Leber an Fröschen, besonders in Rücksicht auf die Gallenbestandtheile, von denen in den entleberten Fröschen keine Spur nachweisbar war;
19) das Vorkommen von Zucker in der Leber eines Hundes, der längere Zeit nur mit Fleisch gefüttert wurde, und das Verschwinden des Zuckers aus der Leber eines Hundes, dem 24 Stunden vor der Tödtung die beiden Lungenmagennerven durchschnitten wurden;
20) das specifische Gewicht des Harns und die Methoden der Bestimmung desselben;
21) die verschiedenen Reactionen des frischen Harns und deren Ursachen;
22) die Veränderungen des Harns bei der Fäulniss, und das Vorkommen von Gährungspilzen, Confervenfäden, punkt- und stäbchenförmigen Infusorien, sowie verschiedener Krystalle in faulendem Harn;
23) die Eigenthümlichkeiten der Krystalle von Harnsäure, harnsaurem Natron, harnsaurem Ammoniak, phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak, oxalsaurem Kalk u. s. w.;
24) die Merkmale der Blutkörperchen, der Eiterkörperchen, der verschiedenen Epithelialkörper, der Faserstoffcylinder aus den *Bellini*'schen Röhrchen, der Saamenthierchen u. s. w.;
25) die Bestimmung der Menge des Harnstoffs und des Kochsalzes nach *Liebig's* Methode;

6) die Erkennung der Harnsäure durch die Murexidprobe und die Bestimmung der Menge derselben;

7) die Fällung der Erdphosphate, der Sulfate und Chloride des Harns;

8) die Nachweisung von Eiweiss, Zucker und Galle im Harn;

9) die Verschiedenheiten des Harns nach Tageszeiten und Lebensweise rücksichtlich des specifischen Gewichts, der Farbe und einiger Bestandtheile;

10) die Schnelligkeit des Uebergangs gewisser Stoffe, z. B. von Rhabarber, aus den ersten Wegen in den Harn;

Anmerkung. Dies wurde in einem Semester bei einem Individuum mit sogenanntem Blasenvorfall gezeigt.

11) die Injection von 2 Gramm Harnstoff in Wasser gelöst, in das Venensystem eines Hundes, was ohne allen Nachtheil geschah;

12) die Injection von 2 Gramm Ammoniakcarbonat in Wasser gelöst gleichfalls an einem Hunde, bei dem alsbald nach der Injection Betäubung, mühsames Athmen, Erbrechen und die übrigen bekannten Erscheinungen eintraten.

e) Sinnenleben.

Zur Erläuterung der Sinnenthätigkeiten wurde über folgende Verhältnisse experimentirt:

1) über die Schärfe und Feinheit des Gefühls an verschiedenen Stellen der Haut in Betreff der Wahrnehmung des Abstands zweier gleichbeschaffenen Punkte eines Tasterzirkels;

2) über die Erkennung der Differenzen zweier Gewichte mittelst einer Hand, wenn sie rasch aufeinander geprüft werden, und mittelst beider Hände, wenn man sie gleichzeitig mit einander vergleicht;

3) über die Unterscheidung geringer Temperaturdifferenzen an verschiedenen Hautstellen in Vergleich zur Feinheit des Gefühls für mechanische Objecte;

4) über die Dauer eines momentanen Gefühlseindrucks mittelst eines rauhen Schleifrads oder einer gezahnten Scheibe;

5) über das Einfachfühlen zweier gleichbeschaffenen und nahe

liegenden Objecte auf continuirlichen und nicht continuirlichen Hautstellen;

6) über das Doppeltfühlen einer Kugel mit dem gekreuzten Mittel- und Zeigefinger und die Ursache dieser Erscheinung;

7) über die Perception von Geschmackseindrücken an der Spitze, am Rücken und an der Wurzel der Zunge, sowie am weichen Gaumen mittelst Schwämmchen, die an Fischbeinstäbchen gebunden und in Lösungen von fixen Geschmackssubstanzen getaucht wurden;

8) über die verschiedene Schärfe und Feinheit des Geschmackssinnes für saure, süsse, bittere und alkalische Geschmäcke an verschiedenen Punkten der Zungenoberfläche und des weichen Gaumens;

9) über die Schärfe des Gefühls an der Zungenspitze und an anderen Punkten der Zungenoberfläche, rücksichtlich der Perception des Abstands zweier gleich beschaffenen Punkte mittelst eines Tasterzirkels;

10) über die Wahrnehmung der Geruchseindrücke durch die Schleimhaut des oberen Theils der inneren Nase;

11) über den Einfluss der äusseren Nase auf die Schärfe des Geruchsinns;

12) über den indirecten Antheil der Nebenhöhlen des Geruchorgans am Riechen;

13) über die Schärfe und Feinheit des Geruchsinns bei verschiedenen Menschen;

14) über die Fortpflanzung der Schallwellen durch die elastischen Wände der Ohrmuschel mittelst einer Stimmgabel;

15) über den Einfluss der Form und der Stellung des äusseren Ohrs auf das deutliche Hören mittelst verschieden geformter Hörrohre;

16) über die Fortpflanzung der Schallwellen durch einen engen und einen weiten äusseren Gehörgang mittelst eines engen und eines weiten hohlen Cylinders, der am Ende mit einer Membran geschlossen war;

7) über die Schwingungen einer Membran je nach dem verschiedenen Spannungszustande derselben;

8) über die Fortleitung der Schallwellen von Luft durch eine gespannte Membran zu starren schwingungsfähigen Theilen;

9) über die Fortleitung der Schallwellen durch elliptisch gebogene, mit Luft und mit Wasser gefüllte Röhren;

0) über die Fortpflanzung der Schallwellen durch die Knochen des Kopfs bei verschlossenen äusseren Ohren;

1) über die Brechung der Lichtstrahlen durch die Medien des Auges und das Netzhautbild, sowie über den Einfluss der wässrigen Feuchtigkeit, der Linse und der Hornhaut auf das letztere, an dem Auge eines weissen Kaninchens;

2) über das Bild in einer *Camera obscura;*

23) über lichtsammelnde und lichtzerstreuende Menisceu;

24) über die Wirkung von verschieden weiten Diaphragmen auf die Deutlichkeit des Bildes bei Betrachtung naher und ferner Objecte;

5) über die Verengerung und Erweiterung der Pupille beim Nah- und Fernsehen, bei starker und schwacher Beleuchtung u. s. w.;

26) über die Empfänglichkeit der Iris für den directen Reiz des Lichtes und der Luft;

27) über die Brechung der Lichtstrahlen durch biconvexe Sammellinsen von verschiedener Brennweite;

28) über die Brennweite der menschlichen Linse;

29) über das verschiedene Brechungsvermögen des Kerns und der Rindenschichte der Linse;

30) über die Aehnlichkeit der Zusammensetzung der achromatischen Doppellinsen der Optiker mit der Linse und der Hornhaut des Auges;

31) über die Grösse des Netzhautbildes und den Gesichtswinkel an dem todten Auge eines weissen Kaninchens;

32) über die Schärfe und Reinheit des Netzhautbildes je nach der Entfernung eines leuchtenden Gegenstandes vom Auge, an dem todten Auge eines Kaninchens;

33) über die Deutlichkeit des Netzhautbildes und die Sehweite, an einem Optometer erläutert;
34) über Verdopplung und Vergrösserung des Bildes, wenn der sichtbare Gegenstand diesseits oder jenseits der Sehweite liegt, mittelst des *Schreiner*'schen Versuchs in verschiedenen Modificationen;
35) über Accomodation des Auges, durch verschiedene Erscheinungen dargelegt;
36) über die Verhältnisse eines myopischen und presbyopischen Auges, durch Abbildungen erklärt;
37) über die Sehkraft, an Lycopodiumkörnern und kleinen Kohlentheilchen, deren Grösse mikrometrisch bestimmt wurde, geprüft;
38) über die Grösse des einfachen Gesichtskreises und über die verschiedene Deutlichkeit der in demselben sich befindenden Gegenstände;
39) über die Verschiedenheit des deutlichen Sehens in verticalem und horizontalem Sinne an einem aus gleich breiten Streifen zusammengesetzten Kreuz und an Quadraten, wenn sie jenseits der Sehweite sich befinden;
40) über die Reinheit der objectiven Bilder beim directen und indirecten Sehen;
41) über den todten Punkt im Auge, durch den *Mariotte*'schen Versuch erläutert;
42) über Blendung der Retina und Blendungsbilder;
43) über die verschieden leuchtende Kraft der farbigen Strahlen;
44) über das prismatische Farbenbild;
45) über Grundfarben, gemischte Farben und Ergänzungsfarben;
46) über das Erscheinen der Ergänzungsfarbe grün bei anhaltender Fixation von roth auf weissem Papier, von orange bei blau u. s. w.;
47) über die Blendung der Retina durch farbige Strahlen;
48) über die Dauer des Netzhautbildes und über Nachbilder;
49) über das Erscheinen eines mittleren Bildes von körperlicher

Beschaffenheit, wenn zwei gleiche nahe beisammenliegende Bilder bei convergirender Augenstellung durch das Stereoscop betrachtet werden;

50) über dieselbe Erscheinung ohne Stereoscop bei der nöthigen Convergenzbewegung beider Augen;

51) über dieselbe Erscheinung, wenn man die Bilder im Stereoscop mit gefärbten Gläsern deckt;

52) über consensuelle und antagonistische Irradiation verschiedener Punkte einer Netzhaut und beider Netzhäute, durch unverrückte Fixation eines schmalen Streifen weissen Papiers auf farbigem Grunde oder einer grünen Fläche mit einer kleinen weissen matten Mitte u. s. w. erläutert;

53) über die Wirkung der einzelnen Muskeln des Augapfels;

54) über den Horopter beider Augen und die entsprechende Stellung der beiden Sehachsen;

55) über die Nichtvereinigung der Eindrücke beider Nervenhäute zu einer Mittelfarbe, wenn man einen Gegenstand durch verschieden gefärbte Gläser, z. B. blau und gelb, mit beiden Augen betrachtet;

56) über subjective Gesichtserscheinungen, in's Besondere über die verschiedenen Mittel sie hervorzurufen.

f) Seelenleben.

Bei der Exposition der Verrichtungen des Rückenmarks und Gehirns, der Rückenmarks- und Hirnnerven sowie des Sympathicus wurde durch Versuche an Fröschen, an Tauben, an Kaninchen und Hunden gezeigt:

1) dass Frösche, denen man am Hals- oder Rückentheil des Rückgraths das Rückenmark quer durchschneidet, in den unterhalb der verletzten Stelle gelegenen Theilen weder bewusste Empfindungen, noch willkürliche Bewegungen besitzen;

2) dass die Vorderstränge des Rückenmarks centrifugal, die Hinterstränge centripetal leiten;

3) dass nach der Durchschneidung der einen Seitenhälfte des

Rückenmarks bei Fröschen die willkürlichen Bewegungen und bewussten Empfindungen in der hinteren Extremität derselben Seite unterhalb des Schnitts noch fortbestehen;

4) dass nach Durchschneidung der beiden Seitenhälften des Rückenmarks bei Fröschen an verschiedenen, von einander ziemlich entfernten Stellen die Leitung noch fortbesteht;

5) dass das Rückenmark ohne Gehirn und verlängertes Mark Reflexvermögen besitzt;

6) dass die Reflexerscheinungen an narcotisirten decapitirten Fröschen sich in anderer Art äussern als an nicht narcotisirten;

7) dass die Bewegungen, welche decapitirte Frösche vollführen, den Charakter der Zweckmässigkeit besitzen;

8) dass jeder Theil eines in mehrere Stücke getrennten Salamanders Reflexbewegungen macht, wenn er noch ein Stück vom Rückenmark besitzt;

9) dass, wenn man an einem decapitirten Frosche das Rückenmark der Länge nach so theilt, dass die beiden Hälften an einem Punkte vom 1. bis zum 10. Spinalnerven noch zusammenhängen, die Reflexerscheinungen alle Muskeln beider Körperhälften betreffen können;

10) dass decapitirte Frösche zuweilen von selbst Bewegungen vollführen;

11) dass decapitirte Frösche mehrere Tage leben können und in dieser Zeit Blutlauf, Verdauung und Secretionen von statten gehen;

12) dass das Rückenmark einen Einfluss auf die Defäcation und die Harnentleerung besitzt;

13) dass die hintere Portion des verlängerten Marks sehr empfindlich gegen mechanische Einwirkungen ist und centripetal leitet;

14) dass die Pyramiden und die den Oliven entsprechenden Bündel des verlängerten Marks bei den Fröschen centrifugal leiten;

15) dass decapitirte Frösche, wenn das verlängerte Mark am Rückenmark sitzen bleibt, kräftigere, lebhaftere und ausge-

dehntere Reflexbewegungen machen, als solche, bei denen man das verlängerte Mark entfernt;

16) dass bei Fröschen, denen man den Kopf trennt, ohne das verlängerte Mark mit wegzunehmen, häufiger und früher Bewegungen ohne Anwendung von Reizen machen als solche mit blossem Rückenmark;

17) dass decapitirte Frösche mit einem verlängerten Mark Athmungsbewegungen machen, obgleich sie die Lungen nicht mehr mit Luft füllen können, dass die Athmungsbewegungen weniger häufig als bei unversehrten Fröschen erfolgen, in der Regel aber auf Reize sogleich eintreten;

18) dass, wenn man den Einfluss des verlängerten Marks durch die Lungenmagennerven auf Herz und Lungen aufhebt, indem man diese Nerven durchschneidet, das normale Verhältniss in der Häufigkeit der Herz- und Athmungsbewegungen geändert wird;

Anmerkung. Durch den S. 73 angeführten Versuch wurde gezeigt, dass ein starker electromagnetischer Reiz auf das verlängerte Mark entweder baldigen oder momentanen Stillstand des Herzens bewirkt.

19) dass das kleine Hirn von Fröschen, Tauben und Kaninchen keine Empfindlichkeit gegen mechanische Reize besitzt;

20) dass theilweise oder gänzliche Entfernung des kleinen Hirns bei Tauben und Kaninchen Schwäche in den Bewegungen der Glieder und Unvermögen sich im Gleichgewichte zu erhalten zur Folge hat;

21) dass Frösche, denen man bei der Decapitation das grosse Hirn entfernt, das kleine mit dem verlängerten Marke aber lässt, eine aufgerichtete Stellung mit den Vorderfüssen mehrere Tage lang behalten, in der Regel aber die Stelle, auf die man sie setzt, nicht verlassen, ausser wenn man sie reizt;

22) dass Frösche mit verlängertem Mark und kleinem Hirne, aber ohne grosses Hirn, keinen Schmerz äussern;

23) dass Frösche und Kaninchen nach Entfernung des grossen Hirns keine freiwilligen Bewegungen machen;

24) dass die Hemisphären des grossen Hirns von Kaninchen keine Empfänglichkeit für mechanische Berührungen haben und dass die Thiere keinen Schmerz äussern, wenn die Hemisphären eines Theils ihrer Masse beraubt werden;

25) dass bei mechanischer Reizung der Hirnstiele heftige Zuckungen und Schmerzesäusserungen entstehen;

26) dass mechanische Reizung der Vierhügel sehr starke Contractionen der Muskeln der Glieder erzeugt;

27) dass die Verletzung des einen Vierhügels eine dem Grade der Verletzung entsprechende Schwäche der Muskeln derselben Körperseite bei Fröschen zur Folge hat und Entfernung eines Hügels eine Drehung des Thiers um sich selbst oder in einem Kreise nach der verletzten Seite bewirkt;

28) dass eine zu geringe Massenentwicklung des grossen Hirns nothwendig Blödsinn bedingt;

29) dass das Hirn der Kaninchen während des Lebens eine doppelte Bewegung, nämlich erstens eine respiratorische und zweitens eine pulsatorische, zeigt;

30) dass die Hirn-Rückenmarksflüssigkeit beim Einathmen in den Wirbelkanal abwärts und beim Ausathmen in die Schädelhöhle aufwärts wogt;

31) dass die Nerven in doppelter Richtung, nämlich centripetal und centrifugal leiten;

32) dass die Leitung in den einzelnen Nervenfasern isolirt geschieht;

33) dass die Nerven nicht blos an ihren Enden, sondern auch in ihrem Verlaufe Eindrücke aufnehmen;

34) dass die Durchschneidung der vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven zu einem Hinterbeine beim Frosch das Bewegungsvermögen in dem Gliede, die der hinteren Wurzel die Empfänglichkeit der Haut für Eindrücke völlig aufhebt, die Trennung beider Wurzeln aber die Bewegung und Empfindung in dem betreffenden Theile vernichtet;

35) dass Reizung der blosgelegten hinteren Wurzeln Schmerzen, aber, wenn die vorderen Wurzeln getrennt sind, keine Zuc-

kungen, die der vorderen Wurzeln dagegen lebhafte Muskelcontractionen, aber keine Empfindungen erregt;

36) dass die Durchschneidung der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven zu einem Beine beim Frosche keinen Einfluss auf die Kraft der Bewegungen dieses Gliedes hat, dass aber diese den Aussenverhältnissen nicht so entsprechen, wie am unversehrten Beine;

37) dass dieselbe Erscheinung eintritt, wenn man, ohne die Nerven zu durchschneiden, die Haut eines Beines beim Frosch abzieht;

38) die Wirkungen der motorischen Hirnnerven wurden an einem Hunde gezeigt, bei dem unmittelbar nach der Tödtung das Hirn entfernt, die Nervenwurzeln in der Schädelhöhle blosgelegt und gereizt wurden;

39) über die Verrichtung des Lungenmagennerven wurden mehrere Versuche bei der Lehre über die Verdauung, Athmung und über die Herzbewegungen angestellt;

40) um die rein sensitiven Eigenschaften eines Astes der grösseren Portion des Quintus zu zeigen, wurde bei einem Kaninchen der Unteraugenhöhlennerve an seiner Austrittsstelle aus dem Unteraugenhöhlenkanal blosgelegt, mit der Pincette berührt und durchschnitten;

41) zur Erläuterung der Functionen des Sympathicus wurde der Halsstrang des Sympathicus bei einem Hunde durchschnitten, die Herznerven gereizt, und bei einem Kaninchen der Hüft- und Schenkelnerve nach der Zumischung der Fäden des Sympathicus getrennt, sowie auch bei Fröschen der Sympathicus neben der Bauchaorta für sich und gemeinschaftlich mit den Nerven zu den hinteren Extremitäten getrennt.

g) Ortsbewegungen und Stimmbildung.

Ausser den in der allgemeinen Physiologie über Bewegungen angestellten Versuchen wurden in diesem Kapitel noch Erläuterungen gegeben:

1) über die Messung der Muskelkraft des Menschen und über die verschiedenen Arten der Kraftmesser. Es wurden an

einem Zugkraftmesser, dessen Einrichtung wir oben beschrieben haben, mehrere Versuche über die Zugkraft verschiedener Personen angestellt;

2) über die Messung der Kraft der Kehlkopfmuskeln nach der Methode von *J. Müller* und an Apparaten, die nach dessen Angabe construirt sind;

3) über die mechanischen Verhältnisse der Bewegungswerkzeuge besonders in Rücksicht auf die verschiedene Hebeleinrichtung der Glieder des menschlichen Körpers;

4) über die Wirkungen der Muskeln bei den einzelnen Arten der Stellungen und Ortsveränderungen des Körpers und seiner Theile, durch Präparate erläutert;

5) über die Erzeugung von Tönen mittelst todter Kehlköpfe;

6) über den Antheil der verschiedenen Enge der Stimmritze an der Bildung von Tönen;

7) über den Antheil der Verlängerung und Spannung der wahren Stimmbänder an der Erzeugung von Tönen;

8) über die Nichtbeeinträchtigung der Stimmbildung bei Entfernung der Taschenbänder, des Kehldeckels und des oberen Theils der Stimmknorpel;

9) über die Articulation der Töne durch das Gaumensegel, die Zunge, Zähne, Lippen u. s. w.

h) Zeugungs- und Entwicklungsgeschichte.

Die Erläuterungen, welche bei der Auseinandersetzung der Vorgänge der Zeugung und Entwicklung gegeben wurden, bestanden vorwiegend in Demonstrationen, namentlich mikroskopischen. Sie betrafen:

1) die Entstehung von organischen Wesen in Aufgüssen verschiedener organischen Substanzen bei Luftzutritt und der Anwendung von nicht gekochtem Wasser;

2) den Generationswechsel gewisser Thiere, wie z. B. mancher Helminthen;

3) die Fortpflanzung durch Theilung, an Infusorien erläutert;
4) die Fortpflanzung durch Sprossenbildung, an der *Hydra viridis;*
5) die Ammen- und die Geschlechtsthiere, an Bandwürmern;
6) die Bestandtheile des Saamens, in's Besondere die Saamenfäden und deren Verhalten im frischen Saamen und bei der Anwendung verschiedener Reagentien;
7) den Verlust der befruchtenden Kraft des Froschsaamens in Folge der Filtration;
8) die Fortdauer der befruchtenden Kraft des Froschsaamens trotz bedeutender Verdünnung mit destillirtem Wasser;
9) den Antheil der venösen Stauung im Verhältniss zur arteriellen Congestion an der Erection des Penis, an Präparaten erläutert;
10) die Wirkung des *musculus urethralis* und das Verhalten der Harnröhre bei der Saamenergiessung, ebenfalls an Präparaten dargethan;
11) die Entwicklung des Eierstockeies beim Frosch, bei einem Vogel und einem Säugethier;
12) die Bestandtheile des reifen Eierstockeies;
13) die Berstung von Eierstockbälgen und die Loslösung von Eiern bei einem brünstigen Thiere, einer Hündin oder einem Kaninchen;
14) die Veränderungen am und im Eierstockbalg vor und nach der Berstung, an Präparaten von Thieren und vom Weib;
15) die Unterschiede der wahren und falschen gelben Körper, der schwarzen und weissen Körper im Eierstock von schwangeren und nicht schwangeren Frauen;
16) die Veränderungen der Schwellgebilde der weiblichen Begattungsorgane während der Begattung, erläutert an Präparaten;
17) das Vorkommen von Saamenfäden im Uterus und in den Eileitern von Kaninchen einige Zeit nach einer Begattung;
18) das Zusammentreffen von Ei und Saamenthierchen im Eileiter, nachgewiesen durch die Gegenwart von Saamenfäden in der Eiweissschichte des Eies;

19) die morphologischen und histologischen Veränderungen des befruchteten Eies, in's Besondere die Dotterklüftung an Kaninchen und an Wachspräparaten über die Furchung des befruchteten Froscheies;

20) die Bildung der Keimhaut und die Veränderungen derselben, das erste Auftreten des Embryo, die Umwandlungen des Embryonalstreifen, den Anfang der Bildung der wichtigsten Organe und die ersten Entwicklungsstufen derselben an zahlreichen frischen und Weingeist-Präparaten von bebrüteten Hühnereiern, sowie an Präparaten von menschlichen Embryonen und an Wachspräparaten über die Entwicklung der Froschlarve.

Viertes Kapitel.

Kurzer Bericht über verschiedene Arbeiten, welche im physiologischen Laboratorium in den fünf Sommer-Semestern vorgenommen wurden.

Zu denjenigen Gegenständen, über welche während der fünf Sommer-Semester im physiologischen Laboratorium wiederholt experimentirt wurde, oder die zum Zwecke besonderer Arbeiten einer näheren Prüfung unterworfen worden sind, gehören:

1) die Diffusion von Gasen, namentlich Kohlensäure, Sauerstoff, Wasserstoff und atmosphärischer Luft, durch trockene und feuchte thierische Membranen;
2) die Diffusion von gelösten Stoffen bei unmittelbarer Berührung derselben rücksichtlich des Einflusses, den das specifische Gewicht, die chemische Constitution und der Procentgehalt auf die Richtung, die Stärke und die Dauer des Diffusionsstroms haben;
3) die endosmotischen Erscheinungen in Vergleich zu den Diffusionsvorgängen an denselben Stoffen und mittelst derselben Apparate, um die Bedeutung der membranösen Scheidewand zu ermitteln;
4) die Imbibitionsverhältnisse der Muskeln im lebenden Thiere und einige Zeit nach dem Tode;
5) die Eigenwärme verschiedener inneren Organe bei einem und demselben Thiere, sowie die Fortdauer und das Sinken der Eigenwärme nach dem Tode;
6) die Fortdauer der Irritabilität des Herzens und der Gliedermuskeln im luftverdünnten Raume;
7) die mechanische Leistung der Wimperbewegung;
8) der Nutritionswerth von Brod und Fleisch;

9) die Umwandlung des Amylon durch Mund- und Parotiden-Speichel rücksichtlich der quantitativen Verhältnisse;
10) die Vorgänge am Magen und Darm beim Erbrechen;
11) der Einfluss des Vagus auf die Excretion des Magensafts;
12) die Verdauung von thierischem Eiweiss;
13) die Mengeverhältnisse in der Absonderung der Galle nach Nahrung, Körpergewicht und Tageszeiten;
14) die Resorption von Giften durch Lymphgefässe;
15) die vitale Capacität der Lungen;
16) der Antheil des grossen und kleinen Brustmuskels sowie des grossen vorderen Sägemuskels an der Inspiration;
17) der Rhythmus der Herzbewegungen und der Herzstoss;
18) die Schnelligkeit der Bewegung einer Flüssigkeit durch elastische Röhren von verschiedener Weite im Verhältniss zur Häufigkeit der Pulse;
19) die Function der Vierhügel;
20) die Schärfe des Gefühls an verschiedenen Hautstellen in Betreff der Unterscheidung geringer Temperaturdifferenzen und in Vergleich zur Schärfe des Gefühls für mechanische Objecte.

Ausserdem wurden auch mikroskopische Untersuchungen über histologische Gegenstände, namentlich über das Verhalten der Blutgefässe in den Tastpapillen, im Zahnkeim, Haarkeim und in dem gelben Körper des Eierstocks, über die Structur der *Tunica propria* der Schleimhäute, die Anordnung der Nervenkörper in der Rindensubstanz des kleinen Hirns beim Menschen und verschiedenen Thieren, über die Zusammensetzung der Blutkörperchen, wie man sie bei der mechanischen Zerlegung derselben erkennt, vorgenommen.

Die Versuche über Gasdiffusion, Hydrodiffusion und Endosmose, über die Eigenwärme verschiedener inneren Organe und die Abnahme der Eigenwärme nach dem Tode, über den Nutritionswerth von Brod und Fleisch, über die Schnelligkeit der Bewegung einer Flüssigkeit durch elastische Röhren von verschiedener Weite im Verhältniss zur Häufigkeit der Pulse, über die Herzbewegungen

und den Herzstoss u. s. w. werde ich demnächst in besonderen Abhandlungen publiciren. — Zu dem Berichte, den ich hier gebe, habe ich unter den obengenannten Gegenständen folgende ausgewählt:

1) *Ueber die Gallenmenge, welche bei Hunden mit Gallenblasenfisteln im Verhältniss zur Art der Nahrung, zum Körpergewicht und zu den Tageszeiten abgesondert wird.*

Im Sommer 1853 stellte ich bei einem Hunde mit einer Gallenblasenfistel von 7,75 Kilo mehrere Beobachtungen an, deren Ergebnisse ich in meiner Schrift „zur Physiologie der Galle" mittheilte. Ausserdem habe ich noch an vier anderen Hunden in den Sommer-Semestern 54, 55, 56 und 57 Gallenblasenfisteln angelegt und diese Thiere zu Versuchen für die Vorlesungen benützt. Im Sommer 56 und 57 wurden zwei von diesen Hunden zu besonderen Arbeiten im Laboratorium verwendet, um zu ermitteln, welchen Einfluss die Art der Nahrung, die Körpergrösse und die Tageszeiten auf die Gallenmenge haben. Der eine derselben wog im Mittel 5 K., der andere 16,75 K. Der erstere wurde längere Zeit mit Fleisch und ebenso mit Roggenbrod in zur Erhaltung des Körpergewichts zureichender Menge gefüttert, dem zweiten wurde, nachdem die Gallenmenge bei zureichender Brodnahrung ermittelt worden, alle Nahrung während 42 Stunden entzogen und bei ihm die Galle von der 18. bis 42. Stunde stündlich gesammelt.

Die Beobachtungen, die an diesen beiden Hunden gemacht wurden, habe ich mit genauer Angabe der Zahlenwerthe, die ich erhalten, und mit den Schlüssen, die daraus gezogen werden können, in einer Abhandlung „über die Gallenmenge, welche bei Hunden mit Gallenblasenfisteln stündlich und täglich abgesondert wird" in der Prager Vierteljahrsschrift niedergelegt, und will hier nur die Werthe und Ergebnisse, die ich gewonnen, in Kürze mittheilen:

Die Werthe von drei an einem 5 K. schweren Hunde angestellten Versuchen sind folgende:

Stunden.	1. Versuch: Gallenmenge.	1. Versuch: Nahrung.	2. Versuch: Gallenmenge.	2. Versuch: Nahrung.	3. Versuch: Gallenmenge.	3. Versuch: Nahrung.
von 5 — 6 U.	0,921 Gr.	200 Ccm. Wasser.	1,170 Gr.	200 Ccm. Wasser.	1,832 Gr.	300 Gr. Roggenbrod und 600 Ccm. Wasser.
- 6 — 7 -	1,426 -	—	1,884 -	—	1,935 -	
- 7 — 8 -	1,692 -	—	1,181 -	—	2,420 -	
- 8 — 9 -	2,012 -	450 Gr. roh. Fleisches.	2,846 -	316 Gr. roh. Fleisches	1,044 -	
- 9 — 10 -	3,923 -	—	4,213 -	—	1,695 -	
- 10 — 11 -	2,879 -	—	3,539 -	100 Ccm. Wasser.	2,425 -	
- 11 — 12 -	2,160 -	100 Ccm. Wasser.	2,739 -	—	2,052 -	
- 12 — 1 -	3,808 -	—	3,573 -	100 Gr. Fleisch.	1,553 -	
- 1 — 2 -	2,383 -	—	2,653 -	100 Ccm. Wasser.	1,947 -	
- 2 — 3 -	2,800 -	—	3,142 -	—	2,453 -	
- 3 — 4 -	3,542 -	—	2,456 -	—	1,616 -	
- 4 — 5 -	2,208 -	—	3,379 -	100 Ccm. Wasser.	1,800 -	
- 5 — 6 -	2,198 -	100 Ccm. Wasser.	2,450 -	—	1,416 -	
- 6 — 7 -	3,120 -	—	2,166 -	84 Gr. Fleisch.	1,607 -	
- 7 — 8 -	1,287 -	—	2,281 -	100 Ccm. Wasser.	2,197 -	
- 8 — 9 -	2,278 -	—	1,450 -	—	1,518 -	
- 9 — 10 -	2,566 -	—	1,696 -	—	1,929 -	
- 10 — 11 -	2,332 -	—	1,313 -	—	1,646 -	
in 18 Stunden	43,526 Gr. frischer Galle mit 2,191 Gr. fester Theile.		44,131 Gr. frischer Galle mit 2,515 Gr. fester Theile.		33,085 Gr. frischer Galle mit 1,200 Gr. fester Theile.	

Die bei einer 16,25 — 17 K. schweren Hündin gewonnenen Werthe in 6 Versuchen sind:

	1. Versuch:			2. Versuch:		
Stunden.	Frische Galle.	Fester Rückst.	Nahrung.	Frische Galle.	Fester Rückst.	Nahrung.
von 5 — 6 U.	8,102 Gr.	0,212 Gr.	1 Kilo Roggenbrod nebst Wasser in reichlicher Menge.			Die letzte Nahrung, bestehend in 0.5 Kilo Roggenbrod und in Wasser, wurde 11 Stunden vor dem Beginn des Versuchs gereicht.
- 6 — 7 -	9,266 -	0,241 -		5,869 Gr.	0,171 Gr.	
- 7 — 8 -	5,000 -	0,133 -		6,073 -	0,194 -	
- 8 — 9 -	7,900 -	0,234 -		8,425 -	0,208 -	
- 9 — 10 -	4,000 -	0,127 -		4,527 -	0,190 -	
- 10 — 11 -	5,160 -	0,155 -		5,644 -	0,263 -	
- 11 — 12 -	3,932 -	0,122 -		5,754 -	0,253 -	
- 12 — 1 -	6,808 -	0,192 -		3,901 -	0,184 -	
- 1 — 2 -	7,232 -	0,167 -		5,009 -	0,165 -	
- 2 — 3 -	9,482 -	0,235 -		5,229 -	0,202 -	
- 3 — 4 -	8,461 -	0,220 -		4,171 -	0,189 -	
- 4 — 5 -	7,369 -	0,160 -		5,333 -	0,138 -	
- 5 — 6 -	8,569 -	0,181 -		4,808 -	0,187 -	
- 6 — 7 -	4,640 -	0,104 -		3,946 -	0,129 -	
- 7 — 8 -	5,076 -	0,133 -		5,384 -	0,175 -	
- 8 — 9 -	5,681 -	0,167 -		2,966 -	0,129 -	
- 9 — 10 -				3,451 -	0,144 -	
in 16 Stunden	106,678 Gr.	2,783 Gr.		80,490 Gr.	2,921 Gr.	

Von der 18. Stunde nach der letzten Nahrung beginnend.	3. Versuch:		4. Versuch:		5. Versuch:		6. Versuch:		Mittel für	
	Frische Galle.	Trockener Rückstand.	Frische Galle.	Trockener Rückstand.	Frische Galle.	Trockener Rückstand.	Frische Galle.	Trockener Rückstand.	die frische Galle.	den festen Rückstand.
von 5— 6 U.	7,111 Gr.	0,171 Gr.	6,776 Gr.	0,124 Gr.	8,659 Gr.	0,189 Gr.	7,606 Gr.	0,296 Gr.	7,538 Gr.	0,195 Gr.
- 6— 7 -	7,467 -	0,194 -	8,197 -	0,203 -	6,607 -	0,195 -	6,000 -	0,306 -	7,068 -	0,224 -
- 7— 8 -	10,654 -	0,208 -	7,303 -	0,194 -	8,882 -	0,268 -	6,066 -	0,320 -	8,226 -	0,247 -
- 8— 9 -	6,027 -	0,152 -	7,848 -	0,192 -	6,844 -	0,154 -	5,139 -	0,251 -	6,464 -	0,187 -
- 9—10 -	6,716 -	0,136 -	9,518 -	0,244 -	8,026 -	0,175 -	6,185 -	0,290 -	7,611 -	0,211 -
- 10—11 -	5,076 -	0,107 -	6,329 -	0,152 -	5,928 -	0,140 -	6,637 -	0,258 -	5,992 -	0,164 -
- 11—12 -	5,598 -	0,119 -	6,187 -	0,161 -	4,221 -	0,108 -	7,149 -	0,275 -	5,788 -	0,165 -
- 12— 1 -	6,079 -	0,107 -	6,257 -	0,159 -	7,821 -	0,193 -	3,717 -	0,144 -	5,968 -	0,150 -
- 1— 2 -	4,634 -	0,095 -	9,898 -	0,245 -	8,479 -	0,166 -	4,383 -	0,197 -	6,848 -	0,175 -
- 2— 3 -	6,930 -	0,149 -	7,986 -	0,219 -	5,953 -	0,119 -	5,839 -	0,224 -	6,677 -	0,177 -
- 3— 4 -	7,913 -	0,180 -	8,204 -	0,194 -	7,050 -	0,165 -	5,490 -	0;242 -	7,164 -	0,195 -
- 4— 5 -	4;234 -	0,098 -	11,227 -	0,286 -	2,149 - **)	0,041 -	6,291 -	0,259 -	5,975 -	0,171 -
- 5— 6 -	9,329 -	0,205 -	10,396 -	0,254 -	11,175 -	0,254 -	6,704 -	0,257 -	9,401 -	0,242 -
- 6— 7 -	5,953 -	0,131 -	8,115 -	0,182 -	8,633 -	0,205 -	5,718 -	0,175 -	7,106 -	0,173 -
- 7— 8 -	3,629 -	0,075 -	5,819 -	0,199 -	10,302 -	0,199 -	5,265 -	0,210 -	6,253 -	0,170 -
- 8— 9 -	4,902 -	0,100 -	5,239 -	0,193 -	7,625 -	0,162 -	6,204 -	0,304 -	5,992 -	0,189 -
- 9—10 -	5,494 -	0,116 -	6,245 -	0,110 -	10,407 -	0,240 -	5,887 -	0,221 -	7,008 -	0,171 -
- 10—11 -	8,545 -	0,183 -	7,370 -	0,174 -	6,646 -	0,140 -	4,606 -	0,129 -	6,791 -	0,156 -
- 11—12 -	6,330 -	0,150 -	4,598 -	0,105 -	6,922 -	0,152 -	6,025 -	0,149 -	5,968 -	0,139 -
- 12— 1 -	6,121 -	0,142 -	5,396 -	0,133 -	6,363 -	0,130 -	5,156 -	0,108 -	5,759 -	0,128 -
- 1— 2 -	2,948 -	0,094 -	10,057 - *)	0,241 -	3,644 -	0,108 -	4,674 -	0,156 -	5,330 -	0,149 -
- 2— 3 -	4,445 -	0,138 -	11,772 - *)	0,309 -	5,367 -	0,199 -	3,496 -	0,174 -	6,270 -	0,205 -
- 3— 4 -	4,979 -	0,163 -	9,250 - *)	0,242 -	6,274 -	0,233 -	3,843 -	0,181 -	6,086 -	0,204 -
- 4— 5 -	5,068 -	0,167 -	4,722 -	0,183 -	5,427 -	0,187 -	5,000 -	0,190 -	5,054 -	0,181 -
	146,182 Gr.	3,380 Gr.	184,709 Gr.	4,698 Gr.	169,404 Gr.	4,122 Gr.	133,080 Gr.	5,316 Gr.	158,337 Gr.	4,368 Gr.

*) Der Hund schlief in den Stunden von 1 — 4 Uhr meistens tief und athmete minder häufig.

**) Zwischen 4 und 5 Uhr fiel der Schlauch ab; es ging dabei etwas Galle verloren.

Die Ergebnisse, die ich aus diesen Versuchen und den früher mitgetheilten entnehme, sind folgende:

Ein ausgewachsener Hund sondert nach dem Mittel von eilf Beobachtungen an drei Hunden von verschiedener Grösse binnen 24 Stunden, bei zureichender Brodnahrung, d. i. bei 57 — 60 Gramm Roggenbrod auf ein Kilo Körpersubstanz, 9 Gramm Galle, bei zureichender Fleischnahrung, d. i. 96 Gramm frischen Rindfleisches auf ein Kilo Körpersubstanz, 11,6 Gramm, bei vollständiger Nahrungsentziehung von der 18. bis 42. Stunde des Hungers 9 Gramm Galle auf 1 Kilo seines Körpergewichts ab. Bei einer gemischten Nahrung, deren Menge über das Bedürfniss nicht hinausgeht, lässt sich mithin die Gallenmenge in 24 Stunden mit Wahrscheinlichkeit auf 10 Gr. auf 1 Kilo festsetzen. Die Richtigkeit der Annahme von *Koelliker* und *H. Müller*, dass die tägliche Gallenmenge bei Hunden 21,5 bis 53,6 Gr., im Mittel 33,5 Gr. auf 1 Kilo betrage, muss ich, gestützt auf meine Beobachtungen, bezweifeln. In der oben citirten Abhandlung habe ich auf die wahrscheinlichen Ursachen der Differenzen in den Beobachtungen von *Bidder* und *Schmidt*, *H. Nasse*, mir, *Koelliker* und *H. Müller* hingewiesen.

Die Menge der festen Theile der Galle beträgt in 24 Stunden nach meinen Versuchen bei Brodnahrung 0,256 Gr., bei Fleischnahrung 0,541 Gr., bei vollständiger Nahrungsentziehung in der 18. bis 42. Stunde des Hungerns 0,260 Gr. auf 1 Kilo Körpersubstanz. Somit ist der Gehalt der Galle an festen Bestandtheilen im Beginn der Inanition nicht geringer als bei einer zur Erhaltung des Körpergewichts zureichenden Brodmenge, dagegen bei einer Fleischfütterung mindestens doppelt so gross wie bei der Ernährung mit Brod.

Hieraus ergibt sich unter Anderem die für die Physiologie und Pathologie wichtige Thatsache, dass der Stoffumsatz in der Leber durch Fleischgenuss beträchtlich gesteigert wird, dagegen durch vegetabilische, an Kohlenhydraten reiche Nahrung mit zureichendem Gehalt an Albuminaten, wenn sie nicht in überschüssiger Menge geboten wird, keine wesentliche Aenderung erfährt.

Die Zunahme in der Menge der festen Bestandtheile der Galle erscheint noch auffallender, wenn man das Verhältniss derselben zu der Menge der festen-Theile in der Nahrung berücksichtigt. Der feste Gallenrückstand beträgt nach dem Mittel meiner Beobachtungen
für 100 Gr. fester Theile im Fleisch . . . . 1,986 Gr.
für 100 Gr. fester Theile im Brod . . . . 0,868 Gr.
mithin bei Fleischnahrung mehr als das Doppelte wie bei der Ernährung mit Brod.

Die Körpergrösse hat nach meinen bisherigen Versuchen keinen wesentlichen Einfluss auf die Menge der frischen Galle. Dagegen zeigte sich bei dem 5 K. schweren Hunde die Menge der festen Theile der Galle im Verhältniss zu den festen Theilen der Nahrung beträchtlicher als bei dem 16,75 K. schweren Hunde. Ich erhielt bei ersterem 1,064 Gr., bei letzterem 0,835 Gr. festen Gallenrückstands auf 100 Gr. fester Theile im Brod. Ein ähnliches Verhältniss ergab sich bei Fleischnahrung zwischen dem 5 K. und dem 7,75 K. schweren Hund: dort kamen 2,426 Gr., hier 1,546 Gr. festen Gallenrückstands auf 100 Gr. fester Theile im Fleisch.

Die Gallenabsonderung schwankte in allen meinen Versuchen nach den Tageszeiten. Diese Schwankungen waren unverkennbar zum Theil durch die Nahrungsaufnahme bedingt; sie zeigten sich aber auch von ihr in fünf Versuchen, in denen dem 16,25 — 17 K. schweren Hunde alle Nahrung entzogen wurde, unabhängig.

Was den Einfluss der Nahrungsaufnahme betrifft, so gibt sich dieser an der Lebersecretion gleich wie in der Harnstoffausscheidung nach meinen Beobachtungen schon in den ersten Stunden nach der Aufnahme von Nahrung zu erkennen. Die Gallenabsonderung erreichte ihren höchsten Stand bei fester Nahrung in der 2. bis 4. Stunde, bei Wassergenuss in der 1. und 2. Stunde. Bei reichlicher einmaliger Nahrungseinnahme behielt sie einen mittleren Stand bis in die 10. Stunde. Die Aufnahme von Nahrung wirkt nach meinen Beobachtungen an Hunden eben so rasch auf die Vermehrung der Lebersecretion, wie dies nach den Versuchen am Menschen bei der Harnabsonderung der Fall ist.

Dass auch bei vollständiger Nahrungsentziehung die Gallenmenge in den verschiedenen Zeiten und Stunden des Tags ab- und zunimmt, geht aus den vier Beobachtungen hervor, die ich an dem 16,25 bis 17 K. schweren Hunde in der 18. bis 42. Stunde des Hungerns anstellte. Dieselben berechtigen nach meiner Ueberzeugung zur Annahme, dass im täglichen Gang der Gallensecretion gleich wie in dem mehrerer anderen Functionen zwei Maxima und zwei Minima bestehen. Nach dem Mittel der vier Versuche ergibt sich

	für die frische Galle,	für den festen Rückstand
als 1. Maximum die Stunde	v. 7 — 8 Mrgs.,	v. 7 — 8 Mrgs.
- 2. Maximum - -	- 5 — 6 Abds.,	- 5 — 6 Abds.
- 1. Minimum - -	- 11 — 12 Mitgs.,	- 12 — 1 Mitgs.
- 2. Minimum - -	- 1 — 2 Nchts.,	- 12 — 1 Nchts.

Die Schwankungen bei der Ab- und Zunahme der Gallenmenge sind weniger auffallend an den festen Theilen, wie an der frischen Galle.

Mit dem Gang der Gallensecretion, besonders aber mit der Ausscheidung der festen Bestandtheile der Galle stimmte der Gang der Körperwärme (des Rectums) in der 18. bis 42. Stunde des Hungerns an den vier Versuchstagen überein. Sie nahm von Morgens 8 U. bis Mittags 1 U. ab, von da bis 4, 5 und 6 U. zu, dann bis 1 und 2 U. Nachts wieder ab und hierauf bis Morgens 8 U. wieder zu. In der Coincidenz der Curven beider Vorgänge liegt, wie ich in der oben citirten Abhandlung nachgewiesen habe, ein Beweis für den grossen Antheil des Stoffumsatzes in der Leber an der Eigenwärme.

Der tägliche Gang des Pulses und der Athemzüge dagegen traf an den vier Tagen, an denen dem Hunde alle Nahrung entzogen wurde, mit dem Gang der Gallensecretion und der Körperwärme nicht zusammen. Die Maxima und Minima jener Functionen fielen auf andere Stunden des Tages als die der letzteren. Athmungs- und Pulsfrequenz nahmen ab von Morgens 6 U. bis Mittags 4 und 5 U., dann bis Abends 9 und 11 U. zu, hierauf wieder ab bis Nachts 3 U. und zuletzt zu bis Morgens 6 U. — Athmungs- und

Herzbewegungen fielen und stiegen mit einander, jedoch in einem verschiedenen Verhältnisse:

in den	Morgenstunden	kamen	3 — 3,7	Pulsschläge	auf 1	Athemzug,
- -	Mittagsstunden	-	3,3 — 4,4	-	- -	-
- -	Abendstunden	-	3,6 — 3,8	-	- -	-
- -	Nachtstunden	-	4,3 — 4,9	-	- -	-

2) *Ueber die Fortdauer der Irritabilität des Herzens und der Gliedermuskeln vom Frosch im luftverdünnten Raume.*

Ueber die Fortdauer der Bewegungen und der Reizbarkeit des Herzens und der Gliedermuskeln vom Frosch im Vacuum wurde im Laboratorium in den fünf Jahren eine grosse Zahl von Versuchen angestellt, welche sich in 3 Reihen bringen lassen, von denen die erste die Bewegungen des mit dem Körper in Verbindung stehenden Froschherzens unter dem Recipienten der Luftpumpe, die zweite die Contractionen des vom Frosch getrennten Herzens und die dritte das Verhalten der Irritabilität der Gliedermuskeln des Frosches im luftverdünnten Raume betrifft.

Durch diese Experimente suchte ich den Einfluss des durch die Verdünnung der Luft verminderten Drucks und der dadurch bewirkten rascheren Verdunstung der Feuchtigkeit in den Muskeln auf die Reizbarkeit, ferner die Wirkung des mechanischen und electrischen Reizes auf das Herz und die Gliedermuskeln im luftverdünnten Raume, sowie endlich den Antheil der Respiration der Muskeln, d. h. der Aufnahme von Sauerstoff und der Abgabe von Kohlensäure an der Fortdauer der Irritabilität zu ermitteln.

Bei der Ausführung dieser Versuche benutzte ich eine gute einstiefelige Luftpumpe, die dem physiologischen Institute gehört, und verschiedene Recipienten, unter denen besonders die beiden oben im zweiten Kapitel beschriebenen und auf der zweiten Tafel abgebildeten. Ich verabsäumte nicht, in allen Fällen, in denen es erforderlich war, die Fortdauer der Bewegungen und der Reizbarkeit des Herzens sowie der Gliedermuskeln unter einem mit atmos-

phärischer Luft gefüllten Recipienten vergleichungsweise zu prüfen. Zugleich wurde berücksichtigt, welchen Einfluss der Blutverlust bei Fröschen oder das Befeuchtetsein mit Blut des vom Körper getrennten Herzens und der enthäuteten Gliedermuskeln, welche Wirkung die verschiedene Dauer des Aufenthalts des Herzens und der Muskeln im Vacuum, welche die Verdunstung von ausgekochtem Wasser, welche die rasche Absorption der aus den Muskeln entweichenden Feuchtigkeit durch Chlorcalcium, welche die Zuleitung von indifferenten Gasen, wie Stickstoff und Wasserstoff in den Recipienten nach der Evacuation auf die Bewegungen des Herzens und die Irritabilität der Muskeln haben, ferner ob und wie lange die Muskeln im luftverdünnten Raume auf den mechanischen und electrischen Reiz sich contrahiren und ob endlich die Reizbarkeit der Muskeln in der Atmosphäre eines indifferenten Gases zu einer Zeit noch fortbesteht, in der sie keine bemerkbare Menge von Kohlensäure an dieselbe abgeben.

Die wichtigsten Versuche, die ich über diese verschiedenen Punkte vornahm, habe ich in einer Abhandlung „über die Fortdauer der Bewegungen und der Irritabilität des Herzens und der Gliedermuskeln vom Frosch im luftverdünnten Raume“ zusammengestellt und die Ergebnisse daraus besprochen. Die Abhandlung selbst wird in Bälde in einer Zeitschrift erscheinen. Hier will ich nur über die Resultate, die ich dabei gewonnen, berichten.

Die Bewegungen des Herzens vom Frosch, mag es in Verbindung mit dem Thier gestanden haben oder von ihm getrennt gewesen sein, nahmen in ihrer Häufigkeit und Stärke in demselben Verhältnisse in den meisten Fällen ab, als die Verdünnung der Luft im Recipienten zunahm, und bei kurzer Dauer der Einwirkung des luftverdünnten Raums in demselben Verhältnisse wieder zu, als man eine grössere Menge von atmosphärischer Luft in den Recipienten einströmen liess. So z. B. verminderten sich die Herzcontractionen in einem Falle von 32 Schlägen, welche das Herz nach der Trennung vom Körper in einer Minute vollführte, auf 20, 18, 14, 9 nach der allmähligen Evacuation des Recipienten auf 3″, 2″,

9''', 3''', und stiegen wieder in ihrer Häufigkeit nach dem allmählichen Zutritt der atmosphärischen Luft auf 16, 18, 20, 25, 28 und 32 in einer Minute bei 6''', 9''', 1'', 2'', 3'' Barometerstand und vollständiger Füllung des Recipienten mit Luft.

Die Herzbewegungen, welche bekanntlich in der atmosphärischen Luft einige und selbst mehrere Stunden lang nach der Trennung des Froschherzens vom Körper erfolgen, dauerten im lüftverdünnten Raume nach einer Evacuation bis auf 3''' 15 bis 45 M. fort, wenn der Frosch bei der Eröffnung der Brust keinen Blutverlust erlitt oder das vom Körper getrennte Herz mit Blut befeuchtet unter den Recipienten gebracht wurde. Dagegen trat augenblicklich oder einige Minuten, nachdem bis auf 3''' evacuirt worden, Stillstand des Herzens ein, wenn der Frosch bei der Bloslegung des Herzens einen beträchtlichen Blutverlust erlitten hatte oder das vom Körper getrennte Herz mit Blut nicht befeuchtet wurde.

Die Herzcontractionen nahmen in ihrer Häufigkeit nicht so rasch und nicht in dem Grade ab und dauerten länger (60 — 90 M.) an, wenn man ausgekochtes Wasser unter dem Recipienten verdunsten liess. Sie hörten aber sehr bald und schon nach einer Evacuation des Recipienten bis auf 1'' oder 6''' auf, wenn die im Recipienten bei der Verdünnung der Luft aus dem Herzen verdunstende Feuchtigkeit durch Chlorcalcium entzogen wurde.

Bei längerem Aufenthalt des Herzens im luftverdünnten Raume und einem Wasserverlust desselben von circa 15 Proc. erfolgten keine Contractionen mehr, wenn man atmosphärische Luft in den Recipienten strömen liess, oder es vollführte das Herz nur wenige schwache Bewegungen und blieb dann stillstehen.

Die Contractionen der Vorkammern des Froschherzens dauerten unter dem Recipienten länger an als die der Kammer, die des Herzens länger als die willkürlichen Bewegungen der Glieder-, Kiefer- und Athmungsmuskeln. Bei dem allmählichen Wiederzutritt der atmosphärischen Luft stellten sich zuerst die Contractionen der Vorkammern, dann die der Kammer des Herzens und zuletzt

die willkürlichen Bewegungen der Athem-, Kiefer- und Gliedermuskeln wieder ein.

Das im luftleeren Raume zur Ruhe gekommene Herz vollführte wieder Contractionen, wenn ein mechanischer oder electrischer Reiz auf dasselbe einwirkte, und zwar erfolgten sie auf den mechanischen Reiz etwa 1 Stunde, auf den electrischen Reiz 1½ Stunde im luftverdünnten Raume, anfänglich selbst nach Entfernung des Reizes, später nur so lange der electrische Reiz einwirkte.

Wenn man nach möglichst vollständiger Evacuation des Recipienten statt der atmosphärischen Luft allmählig ein indifferentes Gas, wie Stickstoff, Wasserstoff, einströmen liess, so nahmen die Herzbewegungen in ihrer Häufigkeit und Stärke nicht zu; der Druck dieser indifferenten Gase bewirkte keine Aenderung in den Herzcontractionen. Dieselben währten in der Atmosphäre solcher Gase auf den electrischen Reiz eben so lange wie im Vacuum.

Die Muskeln der hinteren Extremität vom Frosch behielten ihre Reizbarkeit im luftverdünnten Raume 12 — 48 Stunden, wenn man sie mit Blut befeuchtete, 6 — 24 Stunden, wenn sie abgetrocknet wurden, 20 — 60 Stunden, wenn man Wasser im Vacuum verdunsten liess. Die Reizbarkeit erlosch zuerst in den Muskeln der Vorderseite, dann in denen der Hinterseite des Oberschenkels, hierauf in den Muskeln der Hinterseite, dann in denen der Vorderseite des Unterschenkels, zuletzt in den Muskeln des Fusses. In der atmosphärischen Luft dauerte die Reizbarkeit der Muskeln der hinteren Glieder bei derselben Temperatur, in derselben Jahreszeit und unter gleichen Verhältnissen mindestens einen Tag länger. Sie verschwand aber hier in derselben Folge wie im luftverdünnten Raume.

Die Reizbarkeit der Muskeln der hinteren Extremität dauerte in Wasserstoff eben so lange wie in Vacuum und es gab der Muskel in den ersten 24 Stunden seines Aufenthalts in der Wasserstoffatmosphäre keine bemerkbare Menge von Kohlensäure an dieselbe ab.

Die Ursache der Erscheinung, dass das Herz unter dem Recipienten der Luftpumpe in der Häufigkeit seiner Schläge rascher abnimmt und früher stillsteht, dass seine Reizbarkeit und die der Gliedermuskeln im luftverdünnten Raum bälder erlöschen als in der atmosphärischen Luft, kann nicht im verminderten oder aufgehobenen Luftdruck liegen, da indifferente Gase, wenn man sie statt der atmosphärischen Luft in's Vacuum allmählig einströmen lässt, keine Zunahme in der Häufigkeit der Herzcontractionen bewirken, wie dies bei der atmosphärischen Luft der Fall ist. — Der baldige Stillstand des Herzens und der frühere Verlust der Muskelreizbarkeit im Vacuum ist nach den Ergebnissen meiner Versuche durch die Entziehung der Feuchtigkeit der Muskeln in Folge der Verdünnung der Luft und durch die Entfernung des Sauerstoffs, der entweder als Reiz oder durch Oxydirung oder auf beiderlei Weise auf die Irritabilität zu wirken vermag, bedingt.

Dass der Wassergehalt einen wesentlichen Einfluss auf die Fortdauer der Reizbarkeit der Muskeln im luftverdünnten Raume hat und ein gewisser Feuchtigkeitsgrad eine nothwendige Bedingung der Muskelreizbarkeit ist, wird bewiesen durch die angegebenen Wirkungen der Verdunstung von ausgekochtem Wasser unter dem Recipienten, sowie der Entziehung der aus dem Muskel in dem Vacuum entweichenden Feuchtigkeit durch Chlorcalcium, und ausserdem durch den bleibenden Verlust der Irritabilität, wenn bei längerem Aufenthalt des Muskels im luftverdünnten Raume der Wasserverlust desselben c. 15 Proc. beträgt.

Ausser der Feuchtigkeit, welche die Muskeln durchdringt, ist der Sauerstoffgehalt derselben oder der umgebenden Atmosphäre die zweite wesentliche und wichtige Bedingung der Muskelreizbarkeit. Dies geht aus den bekannten Versuchen von *Alex. v. Humboldt*, *G. Liebig*, *Castell* u. A. hervor. Es ist nach denselben nicht zu bezweifeln, dass die Ursache des früheren Erlöschens der Reizbarkeit der Muskeln und des Herzens im Vacuum auch in der Entziehung des Sauerstoffs gesucht werden muss; denn wenn auch die Muskeln und das Herz unter dem Recipienten feucht erhalten

werden, so schwindet doch die Reizbarkeit früher als an der atmosphärischen Luft unter übrigens gleichen Verhältnissen.

Da nun aber die Gliedermusken und das Herz des Frosches sowohl im Vacuum wie auch in indifferenten Gasen längere Zeit auf Reize zucken und sie noch reizbar bleiben, wenn man nach einer Evacuation bis auf 1½''' Wasserstoff oder Stickstoff in den Recipienten leitet, ja selbst wenn man das indifferente Gas wieder auspumpt und zum zweiten Male Wasserstoff oder Stickstoff einströmen lässt, so kann man mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass mit der Entfernung des Sauerstoffs nicht nothwendig vollkommne Reizlosigkeit der Muskeln eintritt. Mit Bestimmtheit lässt sich diese Meinung nicht aussprechen, weil die Möglichkeit nicht in Abrede gestellt werden kann, dass selbst nach wiederholter Evacuation in der die Muskelsubstanz durchdringenden Feuchtigkeit Sauerstoff diffundirt ist.

Durch die Versuche von *Alex. v. Humboldt*, *G. Liebig* und *Castell* ist bewiesen, dass die Muskeln in einer O haltigen Atmosphäre länger leben und reizbar bleiben, als in einer O freien und dass sie während ihrer Zuckungsfähigkeit Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure abgeben. Es ist aber durch dieselben nicht dargethan, dass die Reizbarkeit nothwendig erlischt, sobald sie den vorhandenen Sauerstoff in der Form der Kohlensäure ausgeschieden haben. Bestätigt sich bei ferneren Versuchen die von mir gemachte Beobachtung, derzufolge die Reizbarkeit der Muskeln der hinteren Extremität eines Frosches in einer Wasserstoffatmosphäre zu einer Zeit noch fortbesteht, in der die Muskeln keine bemerkbare Menge von Kohlensäure an dieselbe abgeben, so müssen wir annehmen, dass die Muskeln, im Falle sie feucht erhalten werden, auch ohne Sauerstoff kurze Zeit reizbar bleiben. Hierdurch erleidet der Lehrsatz, dass der Sauerstoff eine wesentliche Bedingung für die Muskelreizbarkeit ist, keine Beeinträchtigung, sondern er wäre nur genauer dahin auszudrücken, dass der Sauerstoff zur Constitution und zur Restitution der contractilen Fasern unentbehrlich ist, dass aber eine kurze Zeit die Muskeln auch ohne Sauerstoff für Reize em-

pfänglich sind, wenn sie den für ihre physiologischen Eigenschaften nothwendigen Wassergehalt besitzen.

Die Wirkung des Sauerstoffs auf die Muskeln ist nach meiner Ueberzeugung eine doppelte: erstens durch Oxydirung, insofern die Muskelfaser zur Erhaltung ihrer Irritabilität Sauerstoff absorbirt und als Kohlensäure wieder abgibt, und zweitens als Erreger der Muskelfaser, in welcher Eigenschaft er zu den übrigen Muskelreizen gehört. Da, wie aus meinen Versuchen hervorgeht, das Herz im luftverdünnten Raume und in indifferenten Gasen, wenn es feucht erhalten wird, längere Zeit seine Reizbarkeit für den mechanischen und besonders für den electrischen Reiz behält, und da das Herz, wenn es zu schlagen aufgehört hat, auf den mechanischen oder electrischen Reiz sich von neuem im Vacuum oder in indifferenten Gasen contrahirt, so sind wir nach meinem Dafürhalten berechtigt anzunehmen, dass das Herz im Vacuum stillsteht, nicht blos weil seiner Muskulatur eine wesentliche Bedingung der Fortdauer des Lebens entzogen wird, sondern auch weil ein Reiz mangelt, der die Muskelfasern zu Contractionen bestimmt und welcher daher auch durch einen anderen Reiz, wie den electrischen oder mechanischen, ersetzt werden kann.

3) Ueber die Imbibitionsverhältnisse des Wadenmuskels vom Frosch im lebenden Thiere und nach der Trennung vom Körper.

Bei den Versuchen über die Fortdauer der Muskelreizbarkeit im luftverdünnten Raume lernte ich den Einfluss kennen, den der um 15 % verminderte Wassergehalt der Muskeln auf die Irritabilität hat. Es war mir nun daran gelegen zu erfahren, welche Aenderungen ein Muskel in seiner Reizbarkeit und seinem electromotorischen Vermögen durch die Quellung sowohl im lebenden Thiere als auch nach dem Tode erfährt.

Zu diesem Behufe suchte ich zuerst den Quellungsgang und das Quellungsmaximum eines Muskels im lebenden Thiere, wenn derselbe ausser den Bereich des Stoffwechsels gesetzt wird, dann

den Quellungsgang und das Quellungsmaximum eines Muskels nach der Trennung vom Körper und hierauf erst die Aenderungen in der Reizbarkeit und im electromotorischen Vermögen im Verhältniss zur Quellung zu erforschen.

Alle diese Versuche wurden am Wadenmuskel des Frosches angestellt. Mein Verfahren dabei war folgendes: Um den Quellungsgang und das Quellungsmaximum dieses Muskels im lebenden Thiere zu ermitteln, wurde nach Entfernung des Steissbeins die *Arteria iliaca* der einen Seite unterbunden und die Haut, die den Wadenmuskel deckt, der Länge nach an beiden Beinen eingeschnitten, hierauf der Frosch in ein Glas mit Wasser gesetzt und nach 1 oder 2 oder 3 oder 4 — 20 Stunden durch Decapitation getödtet. Die beiden Wadenmuskeln wurden an entsprechenden Punkten der sehnigen Enden getrennt und, nachdem die anhängende Flüssigkeit vorsichtig durch Fliesspapier entfernt, gewogen. Der Wadenmuskel des Beins, zu dem die Arterie unterbunden worden, war in allen Versuchen unmittelbar nach der Operation bis zur Tödtung blass, der des anderen Beins behielt, obgleich er in unmittelbarer Berührung mit dem Wasser trat, seine röthliche Farbe; ersterer war nach einigen oder mehreren Stunden mehr oder weniger bedeutend gequollen, letzterer liess selbst nach 20 Stunden keine durch das Auge und den Zirkel nachweisbare Veränderung in seinem Umfang erkennen, im Falle das Thier durch die Operation in seiner Lebendigkeit und Kraft nicht beeinträchtigt wurde. Da die beiden Wadenmuskeln unmittelbar nach der Bloslegung, bevor der Frosch in's Wasser gesetzt wurde, nach dem Augenmaass und den Angaben des Zirkels einen übereinstimmenden Umfang hatten und die Trennung so genau als möglich an denselben Punkten vorgenommen wurde, so lässt sich als wahrscheinlich annehmen, das sie in ihrem ursprünglichen Gewicht nicht oder nur unbedeutend differirten. Für diese Voraussetzung spricht die mehrfach vorgenommene Bestimmung des Gewichts der festen Theile beider Wadenmuskeln, das ich in allen Fällen entweder völlig gleich oder nahezu übereinstimmend fand. So z. B. erhielt ich als Gewicht der festen Theile des rechten

im lebenden Thiere imbibirten und 0,971 Gr. schweren Muskels 0,145 Gr., des linken nicht imbibirten und 0,898 Gr. schweren Muskels 0,146 Gr.; in einer anderen Beobachtung für den rechten imbibirten und 0,768 Gr. schweren Muskels 0,089 Gr. und genau eben soviel für den linken nicht imbibirten 0,571 Gr. schweren Muskel.

Um die Quellungsverhältnisse des Wadenmuskels nach der Trennung vom Körper zu erforschen, wurde der Muskel unmittelbar nach der Tödtung des Thiers gewogen, dann in ein Probirgläschen mit 5 Ccm. destillirten Wassers von bestimmter Temperatur gebracht und in den ersten 9 bis 16 Stunden nach der Trennung vom Körper jede Stunde, später jeden Tag um dieselbe Stunde gewogen. In einigen Beobachtungen setzte ich die Wägungen bis zum 28. Tag fort. Das Wasser wurde während der Versuchsdauer nicht erneuert und so ziemlich auf derselben Temperatur erhalten. Die Herausnahme aus dem Wasser zum Behuf der Wägung geschah so rasch als möglich, die anhängende Flüssigkeit wurde jedesmal auf die angegebene Weise entfernt und die Verdunstung durch Verschliessung des Glases mit einem Kork so viel wie möglich vermieden. In mehreren Fällen, in denen ein Muskel nur 24 Stunden der Quellung ausgesetzt wurde, geschah die Bestimmung der Menge der aus dem Muskel in dieser Zeit ausgezogenen festen Theile; sie betrug 0,024 bis 0,029 Gr. auf 1 Gr. frischen Muskels.

Die mechanische Leistungsfähigkeit des Wadenmuskels wurde, da eine Muskelzusammenziehung wegen der Anschwellung in Folge der Quellung unmittelbar schwer wahrzunehmen ist, selbst wenn man einen starken electrischen Reiz einwirken lässt, in folgender Weise geprüft: nach der Tödtung des Thiers durch Decapitation geschah zuerst die Trennung der ganzen hinteren Extremität (des Oberschenkels, Unterschenkels und Fusses) vom Rumpf; alle Muskeln bis auf den Wadenmuskel wurden hierauf entfernt und dann dieser mit den fixirten Enden der Leitungsdrähte eines Inductionsapparats in der Weise in Verbindung gesetzt, dass diese den Muskel berührten, ohne sich beim Schliessen der Kette oder einer anderen Manipulation verrücken zu können. Jede, auch die schwächste

Contraction der Muskelfasern, welche die Masse und die Steifigkeit des Muskels selbst überwinden konnten, musste sich bei dieser Vorrichtung in einer hebelartigen Bewegung des Oberschenkels zu erkennen geben.

Die Untersuchung der Aenderungen des electromotorischen Vermögens des Wadenmuskels in Folge der Quellung während des Lebens und nach dem Tode wurde mit einem Multiplicator von 18000 Windungen und den Zuleitungsgefässen nach *Dubois-Reymond* an natürlichen Längs- und Querschnitten, natürlichen Längs- und künstlichen Querschnitten des Wadenmuskels vorgenommen. Zu den Versuchen dienten Wadenmuskeln von grossen und kleinen Fröschen; das Gewicht eines Muskels differirte von 0,366 bis 1,173 Gr. Die Prüfung auf die electromotorische Leistungsfähigkeit geschah bei allen Beobachtungen unter entsprechenden äusseren Verhältnissen kurz vor der Begattungszeit der Frösche mit vollkommen gleichartigen Zuleitungsgefässen und in steter Vergleichung mit dem nicht imbibirten Wadenmuskel des anderen Beins von demselben Frosch. Letzterer befand sich in einem Uhrglase unter einer kleinen Glasglocke in einer feuchten Atmosphäre; ersterer in einem Probirgläschen mit 5 Ccm. destillirten Wassers von 15^0 C. Beide Muskeln wurden so lange auf ihr electromotorisches Vermögen geprüft, bis keine Wirkung mehr auf die Multiplicatornadel zu erkennen war. Das Ergebniss des Ausschlags in den einzelnen Stunden der Quellung wurde jedes Mal aus mehreren Beobachtungen mit Umlegen des Muskels auf den Bäuschen entnommen.

Die meisten Versuche wurden im Februar und März, mehrere im April und Mai angestellt. Die Frösche, die ich zu diesen Experimenten verwendete, nahm ich theils aus dem Freien, theils aus einem hölzernen Behälter im Keller, wo sie den Winter über aufbewahrt wurden, theils aus einem Gefäss mit Wasser, in dem sie sich mehrere Wochen vor der Verwendung zum Versuch in meinem Arbeitszimmer befanden. Die Temperatur des Zimmers differirte bei den einzelnen Versuchen zwischen 15^0 und 20^0 C., die des Wassers, in dem die Frösche während des Versuchs selbst aufbe-

wahrt wurden, hatte 8^0 bis 12^0, die des Wassers, in dem der Muskel während der Quellung nach der Trennung vom Körper sich befand, 10^0 — 15^0 C. Da die Jahreszeit und namentlich die Zeit der Begattung, die Dauer der Gefangenschaft und die Temperatur einen sehr grossen Einfluss auf die Reizbarkeit der Muskeln besitzen, so mussten natürlich bei diesen Untersuchungen die angegebenen Verhältnisse berücksichtigt werden. Alle Versuche wurden an einer und derselben Art von Fröschen, der *Rana esculenta*, vorgenommen.

Einen Theil der vielen Experimente, welche ich über die Quellungsverhältnisse des Wadenmuskels vom Frosch angestellt habe, werde ich in einer besonderen Abhandlung, die ausgearbeitet vor mir liegt, mittheilen, weil durch sie dieser kurze Bericht eine zu grosse Ausdehnung erhalten würde. Hier muss ich mich darauf beschränken, die Ergebnisse meiner Versuche anzugeben und mit wenigen Worten zu besprechen.

Wird der Wadenmuskel eines lebenden Frosches durch die Unterbindung der *Arteria iliaca* zu dem betreffenden Bein ausser Verkehr mit dem Stoffwechsel gesetzt und mit Wasser in unmittelbare Berührung gebracht, so quillt er binnen 2 bis 4 Stunden in einem gewissen Grade auf und erreicht in dieser Zeit sein Imbibitionsmaximum. Die Zunahme im Gewicht ist in der 1. Stunde am beträchtlichsten und wird mit jeder folgenden Stunde geringer: sie beträgt nach dem Mittel von 16 Versuchen in der 1. Stunde 9,9%, in der 2. St. 7,7%, in der 3 St. 3,2% und in der 4. St. 2,8%, im Ganzen 23,6%. Die Differenzen des Imbibitionsmaximums in der 4. Stunde waren 17,3% und 34,4%.

Nach 20stündiger Quellung des Wadenmuskels im lebenden Thiere war das Maximum nach dem Mittel von 8 Beobachtungen nicht beträchtlicher wie nach 4stündiger Imbibition. Es scheint mithin dieser Muskel, wenigstens so lange das Thier in seiner Kraft und Lebendigkeit nicht leidet, keine Aenderung in seinem Quellungszustande nach der 4. Stunde zu erfahren.

Der erst nach der Tödtung der Imbibition ausgesetzte Wadenmuskel erreichte sein Quellungsmaximum nach 6 Versuchen in 2 — 9

Stunden, im Mittel in 5,4 Stunden und nahm in dieser Zeit in seinem Gewicht nach dem Mittel der 6 Beobachtungen um 40,5% zu. Die Quellung war in der 1. Stunde am bedeutendsten und wurde mit jeder folgenden Stunde geringer, d. h. die Zunahme erreichte rasch einen gewissen Höhepunkt und sank dann auf 0 herab, womit das Quellungsmaximum erreicht war. Nach dem Mittel von 5 Versuchen nahm der im lebenden Thiere nicht imbibirte Wadenmuskel in der 1. Stunde um 25%, in der 2. um 10%, in der 3. um 5%, in der 4. um 0,5% und in der 5. um 0% zu. Die Quellung des Wadenmuskels schreitet mithin weder im lebenden Thiere noch nach der Trennung vom Körper proportional vorwärts.

Der im lebenden Thiere gequollene Muskel nahm nach der Trennung vom Körper im Mittel noch um 20% in einer bis sechs Stunden zu. Der im lebenden Thiere und nach der Trennung vom Körper gequollene Muskel nahm im Ganzen etwas mehr Wasser auf, als der erst nach dem Tode der Imbibition ausgesetzte Muskel. Er erreichte häufig schon in der 1. Stunde nach der Trennung sein Quellungsmaximum und nahm dann wieder ab oder aber es war seine Zunahme in der 1. Stunde eine beträchtliche und wurde mit jeder folgenden Stunde geringer.

Der Wadenmuskel der Frosches beginnt in der 2. bis 10. St. nach der Trennung vom Körper und nach dem Anfang der Quellung in seinem Gewichte wieder abzunehmen. Nach dem Mittel von 10 Beobachtungen tritt die Abnahme an dem erst nach der Tödtung der Imbibition ausgesetzten Muskel etwas später ein, als an dem schon im lebenden Thiere gequollenen Muskel, dort in der 6., hier in der 4. Stunde nach der Trennung vom Körper. Die Abnahme im Gewicht ist in den ersten Stunden gering, dann stärker und dann wieder gering. Sie währte bis zur 10. und 16. St. nach dem Beginn der Quellung, wo dann ein kurzer Stillstand eintrat, nach dem wieder eine weitere Abnahme erfolgte. Sie betrug in 12 Stunden für den im lebenden Thiere und nach der Trennung vom Körper imbibirten Muskel 2%, für den erst nach der Tödtung der Quellung ausgesetzten Muskel 1,5%.

Die weitere Abnahme nach dem kurzen Stillstand dauerte zufolge vier Beobachtungen bis zum 7. oder 8. Tag. Der Verlust des Wadenmuskels im Gewichte belief sich in dieser Zeit auf 30 %. Von dem 7. bis zum 28. und 30. Tage fand wieder eine Zunahme und zwar im Mittel um 25 % statt. Sowohl die Abnahme bis zum 7. Tage wie die Zunahme bis zum 28. Tage erfolgte nicht gleichmässig, sondern zeitweise schwächer und stärker.

Die Quellung hatte auf die Reizbarkeit des Wadenmuskels im lebenden Frosch nur einen geringen Einfluss, wenn das Thier in seiner Lebendigkeit durch den operativen Eingriff nicht beeinträchtigt wurde. In denjenigen Fällen dagegen, in denen der Frosch unter den Folgen der Operation sichtlich litt oder in denen er von Anfang an matt und wenig lebhaft sich zeigte, war die Reizbarkeit durch die Quellung vermindert. Diesen Unterschied erkannte ich unter Anderem sehr deutlich bei zwei Fröschen, an welchen ich gleichzeitig experimentirte und von denen der eine aus einem Behälter im Keller, der andere aus einem Gefäss, in dem er seit einigen Wochen in meinem Arbeitszimmer sich befand, genommen wurde. Der Wadenmuskel des ersteren sehr kräftigen und lebhaften Frosches, welcher binnen 20 Stunden nur um 8 % in Folge der Quellung zugenommen hatte, zuckte bei einem 10 Ctm. betragenden Abstand der secundären von der primären Spirale des Inductionsapparats gleich dem nicht imbibirten Wadenmuskel der anderen Seite. Der Wadenmuskel des anderen schon vor der Operation matten Frosches dagegen, welcher in 20 Stunden um 34 % gequollen war, contrahirte sich bei einem Abstande beider Spiralen von 6 Ctm. schwach, während der Muskel der anderen Seite desselben Frosches bei einem Abstande von 10 Ctm. lebhaft zuckte.

Die Reizbarkeit dauerte an dem erst nach der Tödtung der Imbibition ausgesetzten Muskel bis zum Eintritt des Quellungsmaximums fort, und dies selbst, wenn der Muskel schon in der 1. Stunde der Quellung einen sehr beträchtlichen Höhepunkt erreicht, z. B. um 25, 42, selbst 48 % zugenommen hat. In der 2. bis 4. Stunde nahm die Reizbarkeit des Wadenmuskels rasch ab, wenn auch die

Quellung nur unbedeutend stieg. Sie war mit dem Eintritt des Quellungsmaximums in der 2. bis 4. Stunde nach der Tödtung, nachdem der Muskel 30 bis 50 und 54 % zugenommen, nicht mehr bemerkbar. Selbst auf die allerstärksten electrischen Schläge waren keine Wirkungen weder am Muskel selbst, noch am Oberschenkel oder Fuss, mit denen er in Verbindung stand, zu erkennen.

Das electromotorische Vermögen des Wadenmuskels fand ich in Folge der Quellung im lebenden Thiere in der 1., 2., 3. und 4. Stunde der Imbibition in 16 Versuchen in der Regel nicht merklich verändert. Die Multiplicatornadel wurde durch den gequollenen wie den nicht gequollenen Muskel von demselben Frosch in gleicher Weise bis an die Hemmung geworfen. Nur in einigen Fällen war die ständige Ablenkung durch den imbibirten Muskel um einige Grade beträchtlicher wie durch den nicht imbibirten. An dem erst nach der Tödtung gequollenen Wadenmuskel dagegen beobachtete ich constant, dass sobald der Muskel einen gewissen Grad der Quellung erreicht hatte, der imbibirte Muskel einen stärkeren Ausschlag gab, als der nicht imbibirte. Die electromotorische Wirkung erreichte bei einem gewissen Wassergehalt des Muskels in der 2. Stunde der Quellung ihren höchsten Werth, nahm vor dem Eintritt des Quellungsmaximums in der 3. und 4. Stunde ab und fiel dann allmählig weiter bis zum Verlust aller electromotorischen Wirksamkeit, welcher in der 48. bis 56. Stunde nach der Tödtung an dem imbibirten Muskel gleichzeitig mit dem nicht imbibirten eintrat. Der Unterschied beider in der electromotorischen Wirkung liess sich bis zu den letzten Stunden, in denen der Ausschlag nur noch einige Grade betrug, erkennen. Im Verhältniss zum Quellungsgang und in Vergleich mit dem nicht imbibirten Muskel zeigte der Ausschlag der Nadel bei dem der Quellung ausgesetzten Muskel nach dem Mittel mehrerer Beobachtungen folgende Werthe:

Stunden der Quellung.	Quellungsg. des Muskels nach Proc.	Differenz.	Ausschlag des imbibirten Muskels.	Ausschlag des nicht imbibirt. Muskels.
		in 1 St. 36 %		
1. Stunde.	36 %		57° 5	55°
		in 1 St. 10 %		
2. —	46 %		75°	42°,5
		in 1 St. 4 %		
3. —	50 %		68°	38°
		in 1 St. 4 %		
4. —	54 %		65°	35°
		in 1 St. 2 %		
5. —	56 %		60°	30°
		in 1 St. 2 %		
6. —	54 %		55°	30°
		in 1 St 1 %		
8. —	52 %		50°	25°
		in 1 St. ¾ %		
24. —	40 %		20°	10°,5
		in 1 St. ½ %		
32. —	36 %		10°	6°,5
		in 1 St. ¼ %		
48. —	32 %		7°,5	3°.8
		in 1 St. ¼ %		
52. —	31 %		eine Spur	eine Spur
		in 1 St. ¼ %		
56. —	30 %		0	0

Der imbibirte Muskel lenkte die Nadel bis zum Verschwinden des electromotorischen Vermögens in der Regel in den positiven Quadranten ab. Der der Quellung nicht ausgesetzte Muskel dagegen zeigte, wenn man ihn nach der 48. Stunde, zu einer Zeit in der er die Nadel nur noch 2 — 3° nach der richtigen Richtung ablenkte, ½ bis 2 Stunden quellen liess, constant eine umgekehrte electromotorische Wirkung in verstärktem Grade, indem die Nadel jetzt um 5 — 7° in den negativen Quadranten abgelenkt wurde. War die electromotorische Wirkung gänzlich verschwunden, so zeigte die Quellung des Muskels keinen Erfolg mehr. Die electrischen Gegensätze im Muskel verschwanden nicht mit dem Eintritt der Starre, sondern verminderten sich nur in auffallendem Grade; erst mit dem Aufhören der Starre und der beginnenden Zersetzung wurde der Muskel stromlos.

An die hier mitgetheilten Ergebnisse schliessen wir in Kürze folgende Betrachtungen an:

Da das Quellungsmaximum des Wadenmuskels vom Frosch im lebenden Thiere selbst nach 20stündiger Imbibition im Mittel um 20 % geringer ist als das, welches in den ersten Stunden nach der Tödtung erreicht wurde, da es ferner an solchen Fröschen, die nach der Unterbindung der *Arteria iliaca* lebhaft blieben, geringer war als an denen, welche durch die Operation litten, da endlich an den Fröschen, die längere Zeit in der Gefangenschaft lebten und namentlich solchen, die seit Wochen in meinem Arbeitszimmer gehalten wurden und vor dem Versuche matt erschienen, meistens beträchtlicher war als an jenen, die ich aus dem Freien erhielt, so sehe ich mich zur Annahme berechtigt, dass ein ausser Verbindung mit dem Kreislauf gesetzter Muskel im lebenden Thiere der Imbibition einen gewissen Widerstand setzt, dass dieser bei einem lebenskräftigen Thiere bedeutender ist als bei einem schwachen, und dass die Quellungsverhältnisse im lebenden Thiere mit dem Zustand der Irritabilität in einer nahen Beziehung stehen. Die Frage, welchen Antheil hieran die Muskelsubstanz, die Muskelscheide und die Nerven haben, muss ich vorerst unbeantwortet lassen, da die Versuche, die ich in dieser Hinsicht bis jetzt anstellte, noch zu gering an Zahl sind.

Der Gang der Quellung des Wadenmuskels nach dem Tode gibt einen Maasstab für den Verlauf der Todtenstarre ab. Der Muskel quillt nach der Trennung vom Körper bis zum Eintritt der Starre auf und mit diesem wieder ab. Unter allen Verhältnissen, unter denen die Starre bald nach dem Tode beginnt, dauert die Quellung kurz und erreicht in einigen Stunden ihr Maximum; wo sie aber, wie bei matten Thieren, später beginnt, dauert die Quellung länger und erlangt ein höheres Maximum. Mit dem Eintritt der Starre wird ein Theil der aufgenommenen Flüssigkeit ausgetrieben und mit dem Aufhören der Starre tritt, wie es scheint, ein kurzer Stillstand ein. Die darauf folgende Abnahme ist bedingt durch die Abgabe flüssiger und fester Theile und dauert bis zum 7. Tage, dem Beginn der

fauligen Zersetzung des Muskels. Von da findet wieder eine Zunahme bis zum 28. und 30. Tage statt.

Die mechanische und electromotorische Leistungsfähigkeit des Muskels wird durch ein Uebermaass von Wasser, welches in Folge der Quellung aufgenommen wird, weit weniger beeinträchtigt als durch eine Verminderung der Feuchtigkeit unter dem Recipienten der Luftpumpe. Während ein durch Aufnahme von Wasser um 48 % bis 54 % gequollener Muskel noch auf einen schwachen electrischen Reiz sich contrahirt und auf die Multiplicatornadel sehr stark wirkt, zeigt sich ein Muskel, der unter dem Recipienten nur 15 % Feuchtigkeit verloren, nicht mehr contractionsfähig selbst auf einen sehr starken electrischen Reiz und lenkt die Nadel nach 6stündigem Aufenthalt unter dem Recipienten nur 15 — 20° ab.

Die mechanische Leistungsfähigkeit des Muskels wird, soweit die Wahrnehmung reicht, früher als die electromotorische durch den vermehrten und verminderten Wassergehalt aufgehoben. Mit dem Eintritt des Quellungsmaximums in der 2. — 4. St. nach dem Tode war wenigstens keine Spur einer Contraction an dem Muskel selbst und an den Knochen, auf die er mit Leichtigkeit wirken konnte, bemerkbar, während das electromotorische Vermögen in dem imbibirten Muskel so lange wie in dem nicht imbibirten fortbestand. Diesem nach müsste man annehmen, dass die mechanische und electromotorische Wirkung des Muskels nicht gleichzeitig verloren gehen, sondern letztere weit länger als die erstere sowohl bei der Quellung wie bei der Entziehung von Feuchtigkeit anhält, und dass beide als zwei von einander unabhängige physiologische Factoren der Muskelsubstanz anzusehen sind. Uebrigens ist es wohl möglich, dass die mechanische Leistung *in minimo* länger fortbesteht, als die sichtbare Zusammenziehung es erkennen lässt, weil die Multiplicatornadel, wie *Dubois* richtig bemerkt, möglicherweise ein empfindlicheres Prüfungsmittel für den Strom ist als die sichtbare Contraction für die mechanische Leistung des Muskels, und weil die Contraction der Faser des gequollenen Muskels ausser der Masse auch die Steifigkeit des Organs zu überwinden hat. Bei dem Muskel

unter dem Recipienten der Luftpumpe dagegen müsste die geringere Steifigkeit und Masse die Contraction der Faser besser in die Erscheinung treten lassen, zumal wenn man ihn nach meinem Verfahren mit den Knochen, auf die er zu wirken vermag, in der Weise in Verbindung lässt, dass die schwächste Contraction an diesen wahrzunehmen ist. Zudem kommt, dass ein um 48 bis 54 % gequollener Muskel auf einen schwachen electrischen Reiz sich contrahirt, während derselbe Muskel, nachdem die Quellung um 14 bis 24 % unter das Maximum gesunken, keine Contraction zeigt, selbst wenn man einen starken electrischen Reiz einwirken lässt, obgleich seine Steifigkeit und Masse vermindert ist. Halten wir uns an das objectiv Nachweisbare, so dürfen wir mit Rücksicht auf die mitgetheilten Beobachtungen annehmen, dass die mechanische und electromotorische Leistungsfähigkeit des Muskels zwei von einander unabhängige Factoren sind, dass erstere früher als letztere nach dem Tode schwindet, und dass erstere durch geringere Abweichungen des Wassergehalts der Muskelsubstanz von dem normalen Verhältnisse aufgehoben wird als letztere.

Der stärkere Ausschlag, den der imbibirte Muskel nach dem Tode in Vergleich mit dem nicht imbibirten gab, kann nach meinem Dafürhalten nicht in Zufälligkeiten gesucht werden, weil stets Rücksicht darauf genommen wurde, dass eine möglichst vollständige Uebereinstimmung aller Bedingungen mit Ausnahme der Quellung bei beiden Muskeln, dem gequollenen und nicht gequollenen, statt hatte. Sie wurden gleichzeitig vom decapitirten Frosche getrennt, in gleicher Weise hergerichtet und mit den entsprechenden Punkten auf die Bäuschen gelegt. Der der Imbibition nicht ausgesetzte Muskel wurde, um ihn vor der Vertrocknung zu schützen, unter einer kleinen Glasglocke in einem Uhrgläschen aufbewahrt. Um die beim Auflegen sich einfindenden Zufälligkeiten soweit thunlich zu vermeiden, wurde die Kette nicht durch das Auflegen selber, sondern an einem anderen Punkte des Kreises geschlossen, nachdem der Muskel mit Sorgfalt und Ruhe auf den Bäuschen hergerichtet war. Ausserdem wendete ich noch in mehreren Versuchen die Methode

der Compensation an. — In allen Fällen, in denen die Muskeln in übereinstimmender Weise behandelt wurden, überwiegte der Strom des imbibirten Muskels den des nicht imbibirten, und eben so fiel bei der Methode der Compensation der Differentialstrom zu Gunsten des imbibirten Muskels aus.

Wenn nun, wie ich nach meinen bisherigen Versuchen annehmen zu dürfen glaube, von Zufälligkeiten hierbei die Rede nicht sein kann, so muss die Ursache der Verstärkung der electromotorischen Wirkung des Muskels in der Imbibition gesucht werden. Diese kann nun eine Verstärkung bedingen, erstens durch die Spannung, welche der Muskel als ein aus electromotorischen Elementen und einem feuchten indifferenten Leiter bestehendes Gebilde erfährt, d. i. durch den Druck, dem die Muskelsubstanz in Folge ihrer Quellung durch die Scheide nothwendig unterliegt, und zweitens durch das Wasser, welches der Muskel bei der Quellung aufnimmt und das die electromotorische Leistungsfähigkeit des Muskels in verschiedener Weise verstärken könnte. — Mehrere Experimente, welche ich an den Wadenmuskeln von demselben Frosche mit unversehrter und der Länge nach an mehreren Stellen eingeritzter Scheide, die ich gleichzeitig und unter gleichen Verhältnissen der Imbibition unterwarf, anstellte, sprachen zu Gunsten der Annahme, dass die Spannung durch die Scheide in Folge der Quellung die Verstärkung bewirkt; denn obgleich der Muskel mit eingeritzter Scheide 8, 12, 16 bis 24 Proc. mehr Wasser in einer bestimmten Zeit der Quellung aufgenommen hatte, als der mit unverletzter Scheide, so ergab doch der letztere einen um 10^0, 15^0, 20^0 bis 30^0 stärkeren Ausschlag als der erstere. Bei Anwendung der Methode der Compensation erhielt ich einen Differentialstrom von 5^0 bis 10^0 zu Gunsten des Muskels mit unversehrter Scheide. Trotzdem kann ich diese Ansicht noch nicht für durchaus begründet halten und muss gegen die Richtigkeit derselben noch Zweifel hegen, weil in mehreren Versuchen die electromotorische Wirksamkeit des imbibirten Wadenmuskels mit unverletzter Scheide keine Schwächung erlitt, nachdem die Scheide eingeritzt und die Spannung des Muskels dadurch jeden-

falls gemindert war. Leider wurde ich von der Fortsetzung dieser Versuche durch andere Arbeiten bis jetzt abgehalten und ich muss daher eine bestimmte Erklärung der verstärkten electromotorischen Wirkung des Wadenmuskels in Folge der Quellung von dem Erfolge weiterer Untersuchungen über diesen Gegenstand abhängig machen, so wahrscheinlich auch die Annahme ist, dass die Stromstärke eines Muskels in directem Verhältnisse zu der Spannung, dem Drucke steht, welche die Electricität durch den Leiter, das Wasser im Muskel, treibt.

4) Ueber die Verdauung des thierischen Eiweisses.

Die Ansichten der Physiologen und Chemiker über die Verdaulichkeit von geronnenem und nicht geronnenem thierischem Albumin, sowie über die Veränderungen, welche beide durch die Einwirkung des Magensafts erleiden, sind nicht wenig getheilt. Das nicht geronnene Eiweiss soll nach Einigen im Magen und ausserhalb desselben durch den Magensaft coagulirt werden, nach Anderen soll es durch diesen Saft wie durch jede verdünnte Säure eine Trübung erfahren, nach Mehreren keine wesentliche Aenderung bei der Verdaunng im Magen erleiden und in dem Zustande, in dem wir es geniessen, resorbirt werden, nach Anderen aber wird es in derselben Weise wie geronnenes Eiweiss durch den Magensaft umgewandelt. Das geronnene Eiweiss wird, wie Manche angeben, im Digestor und durch Säuren in derselben Weise gelöst und umgewandelt wie durch den Magensaft, das Albumin, welches in Säuren und das, welches im Magensaft gelöst worden, soll keinen Unterschied wahrnehmen lassen, dagegen Andere lehren, es werde nur durch den Magensaft gelöst und zugleich umgewandelt.

Zum Beleg des Gesagten dienen die Angaben derjenigen Beobachter, welche sich bisher mit der Untersuchung dieses Gegenstandes beschäftigt haben, unter denen ich besonders *L. Gmelin*, *W. Prout*, *Beaumont*, *Eberle*, *J. Müller* und *Schwann*, *Wasmann*, *Blondlot*, *Mialhe*, *Frerichs*, *Buchheim*, *Bidder* und *Schmidt*, *Lehmann* nenne. Es würde für diesen Bericht zu weit führen, wenn

ich hier die verschiedenen Meinungen näher mittheilen wollte. Ich behalte mir vor, dieselben in einer besonderen Abhandlung „über die Verdauung des thierischen Eiweisses“ zu besprechen und will hier nur die Resultate meiner Untersuchungen über diesen Gegenstand angeben. Dieselben wurden erstens an Hunden mit einer Magenfistel, zweitens mit natürlichem Magensaft von Hunden ausserhalb des Magens bei einer Temperatur von 38° C., drittens mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit unter denselben Verhältnissen, viertens mit reinem Wasser, mit durch Salzsäure gesäuertem Wasser von verschiedener Concentration, mit Lösungen der im Magensaft vorkommenden Salze in verschiedenen Verhältnissen sowie mit Lösungen von Pepsin in gesäuertem Wasser ohne und mit Salzen vorgenommen.

Die Versuche an Hunden mit einer Magenfistel über die Verdaulichkeit und die Veränderungen des frischen und geronnenen Hühnereiweisses durch die Verdauung im Magen wurden mit Hülfe des oben (S. 14) beschriebenen Apparats in grosser Zahl und an verschiedenen Hunden angestellt. In der Mehrzahl der Fälle erhielt das Thier, nachdem es 24 Stunden gefastet, das Weisse von 6 Eiern im Betrag von 120 — 140 Ccm. Es wurden die ersten Portionen jede halbe Stunde, die späteren jede Stunde aus dem Schlauch abgelassen, ihre Menge bestimmt und durch die geeigneten Reagentien geprüft. In einigen Fällen wurde das Eiweiss dem Hunde zu einer Zeit gereicht, zu der sich noch Speisereste und sauerer Magensaft im Magen vorfanden..

Zu den Versuchen über die Veränderungen des Eiweisses durch den Magensaft ausserhalb des Magens wurde diese Flüssigkeit dadurch gewonnen, dass das Thier, nachdem es längere Zeit gefastet hatte, mit Stücken vom compacten Theil gereinigter Knochen oder von gereinigten Rippenknorpeln gefüttert wurde. Der filtrirte Magensaft stellte sich als eine lichte, stark sauer reagirende Flüssigkeit dar, welche durch Siedhitze, durch Salpetersäure und Siedhitze opalisirend getrübt, durch Salpetersäure für sich nicht verändert wurde; Eisencyankalium und Sublimat bewirkten eine opalisirende Trübung.

Um die Veränderungen des Hühnereiweisses durch künstliche Verdauungsflüssigkeit zu prüfen, wurde eine solche in folgender Weise bereitet: auf 100 Theile Wassers mit 0,2 % reiner Salzsäure nahm ich 2 Theile Schleimhaut aus dem Körper des Schweinsmagens und brachte sie während einiger Stunden in eine Temperatur von 38° C. Nach erfolgter Lösung der Schleimhaut wurde die Flüssigkeit filtrirt. Im Filtrat erzeugten Siedhitze, Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze, sowie Sublimat eine schwach opalisirende Trübung; auf Eisencyankalium, Weingeist, Alaun, Eisenchlorid, schwefelsaures Kupferoxyd, Platinchlorid, Weingeist entstand keine Veränderung. Durch mehrfache Versuche überzeugte ich mich, dass diese künstliche Verdauungsflüssigkeit vollkommen geeignet ist, geronnenes Eiweiss, Fleisch, Bindegewebe, Lederhaut, Knorpel u. s. w. zu lösen und umzuwandeln.

Das Verhalten des geronnenen und nicht geronnenen Hühnereiweisses zu reinem Wasser, gesäuertem Wasser, den Lösungen von Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorammonium, Chlorcalcium, phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Magnesia und Pepsin wurde in verschiedenen Verhältnissen, Concentrationen und Mischungen dieser Stoffe bei einer Temperatur von 38° C. geprüft. Das Pepsin, welches zu den Versuchen verwendet wurde, erhielt ich von *Merk* in Darmstadt.

Die wichtigsten Ergebnisse, die ich bei den Versuchen mit dem flüssigen Eiweiss von frisch gelegten Hühnereiern gewann, sind folgende:

Das Weisse von 6 rohen Eiern im Betrag von 120 — 140 Ccm. verschwand aus dem Magen von Hunden, welche 24 Stunden gefastet hatten, in 2 — 3 Stunden. Es war dies früher der Fall, wenn noch Speisetheile und saurer Magensaft im Magen sich vorfanden, als wenn der Magen bei der Aufnahme des Eiweisses von Speisen leer war und nur ein neutral oder schwach sauer reagirender Magenschleim die Magenwände überzog.

Wurde das rohe Eiweiss nach längerer (24stündiger) Nahrungsentziehung geboten, so erfolgte bei Hunden öfters Erbrechen. Das-

selbe stellte sich entweder in den ersten Stunden nach der Aufnahme des Eiweisses oder erst in einer späteren Stunde, nachdem alles Eiweiss aus dem Magen verschwunden war, ein.

Das flüssige Eiweiss erfährt bei der Verdauung im Magen weder eine Trübung, noch eine Scheidung in einen membranösen und gallertigen Theil, noch eine Coagulation, wenn man nach der Beschaffenheit der Portionen, die durch die Fistelöffnung abfliessen, die Vorgänge im Magen beurtheilt. Das Eiweiss, welches in der ersten halben Stunde nach der Aufnahme abging, war zähflüssig, gallertig, nicht filtrirbar, reagirte neutral oder schwach sauer und verhielt sich gegen Reagentien vollkommen wie frisches Hühnereiweiss. Allmählig verlor es seine zähflüssige Beschaffenheit, wurde dünnflüssig und leicht filtrirbar, durch Siedhitze, Salpetersäure etc. nur weisslich getrübt und flockig coagulirt. Diese Aenderung trat in 1 bis 1½ Stunden ein, früher wenn bei der Aufnahme des Eiweisses saurer Saft im Magen vorhanden war. Noch später, 1½ bis 2½ St. nach der Aufnahme des Eiweisses, wurde die stark sauer reagirende Flüssigkeit durch Siedhitze, Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze nicht mehr weiss getrübt und grob flockig coagulirt, sondern nur opalisirend getrübt und fein flockig coagulirt.

Bringt man frisches Hühnereiweiss mit der 5, 10, 15 und 20-fachen Menge natürlichen Magensafts vom Hunde zusammen, ohne die Mischung mit einem Glasstabe zu bewegen, und setzt dieselbe einer Temperatur von 38° C. aus, so wird das Eiweiss an seiner Oberfläche weisslich und scheidet sich allmählich (binnen einer halben Stunde) in einen membranös flockigen und einen gallertigen lichten Theil. Die Menge des membranös flockigen Theils ist im Ganzen unbedeutend und um so geringer, je grösser die Menge des Magensafts, welche auf das Eiweiss einwirkt. Der anfänglich gallertige Theil wird sehr bald opalisirend und weisslich getrübt, verflüssigt sich rasch und trübt die übrige Flüssigkeit weisslich. Das Ganze fängt nach 1½ bis 2 Stunden bei einer Temperatur von 38° C. an sich zu klären, wird wieder so licht wie im Anfange und ist dann sehr leicht filtrirbar. Das Eiweiss wurde je nach der

Menge, in der der Magensaft einwirkte, verschieden rasch in gewissen chemischen Qualitäten geändert. Während 1 Theil frischen Hühnereiweisses mit 5 Theilen Magensafts binnen 6stündiger Einwirkung einer Temperatur von 38^0 C. nur sehr unwesentliche Aenderungen in seinem Verhalten gegen Siedhitze, Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze, Eisencyankalium, Sublimat erfuhr, zeigte dagegen 1 Th. Eiweiss mit 10 bis 20 Th. Magensafts nach ½ bis 1½ Stunden sehr auffallende Aenderungen in seinem Verhalten gegen die genannten Reagentien: Siedhitze bewirkte nämlich nur eine opalisirende Trübung, Salpetersäure keine Veränderung mehr und zwar bei dem Verhältnisse von 1 zu 10 nach 1½ St., bei dem von 1 zu 15 bis 20 nach ½ St.; in ähnlicher Weise wie die Siedhitze wirkten Salpetersäure und Siedhitze, Eisencyankalium, Sublimat.

Frisches Hühnereiweiss wurde, wenn man die 10fache Menge künstlicher Verdauungsflüssigkeit zugoss und nicht rührte, an seiner Oberfläche, an der es mit der Flüssigkeit in Berührung kam, sogleich membranös und weisslich getrübt, behielt aber im Uebrigen seine gallertige Beschaffenheit; es blieb am Boden des Gefässes liegen und mischte sich nicht mit der übrigen Flüssigkeit, welche auch keine Eiweissreaction erkennen liess. Nach 1 St. der Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit bei 38^0 C. war das Eiweiss in seiner ganzen Masse weisslich getrübt, die zunächst über dem Eiweiss befindliche Flüssigkeitsschichte opalisirend, der übrige Theil hell. Nach 2 Stunden zeigte sich die Flüssigkeit gleichförmig getrübt, das Eiweiss auf dem Boden des Glases war nicht mehr sichtbar. Nach 3 Stunden erschien die gesammte Flüssigkeit ziemlich hell, auf dem Boden ein feinkörniges Sediment. Wurde die Mischung dagegen sogleich mit einem Glasstabe gerührt, so zerfiel das Eiweiss in membranöse Flocken und eine gallertige Masse. Erstere setzten sich grösstentheils auf den Boden des Gefässes und zeigten sich unter dem Mikroskop theils homogen, theils körnig und streifig; letztere vertheilte sich in der Flüssigkeit, machte diese opalisirend und ging sehr leicht durch ein Filter von feinem Fliesspapier. Nach 1 St. der Einwirkung der Verdauungs-

flüssigkeit bei einer Temperatur von 38° C. waren die grösseren membranösen Flocken verschwunden, die kleineren in der Flüssigkeit vertheilt; nach 2 St. erschien die Mischung heller, nach 3 St. ziemlich hell. — Das mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit gerührte Eiweiss verlor sogleich seine Eigenschaft durch Siedhitze weiss getrübt und coagulirt zu werden, wurde nach 2 Stunden durch Salpetersäure nur opalisirend getrübt, und nach 5 bis 6 Stunden durch Salpetersäure und Siedhitze nur noch fein flockig coagulirt; ebenso durch Eisencyankalium.

Frisches Hühnereiweiss mit destillirtem Wasser in dem Verhältnisse von 1 : 1 bis 10 gemengt und geschüttelt wird weisslich getrübt, und es scheidet sich zugleich ein Theil in Form von membranösen Flocken aus. Das mit der 1 bis 1½fachen Wassermenge verdünnte Eiweiss wird durch Siedhitze flockig, mit der 2fachen Wassermenge verdünnte feinkörnig, mit der 3 bis 5fachen molecular coagulirt. Bei der feinkörnigen Coagulation entsteht eine milchige, bei der molecularen eine weissliche, bei der weiteren bis 10fachen Verdünnung nur eine opalisirende Trübung beim Erhitzen. — Wird das frische Hühnereiweiss mit der 1fachen Wassermenge verdünnt, nicht geschüttelt und während mehrerer Stunden einer Temperatur von 38° C. ausgesetzt, so trübt es sich anfänglich schwach weisslich, die Trübung verschwindet jedoch wieder und es behält dann seine gallertige lichte Beschaffenheit, ohne einen flockigen Theil auszuscheiden. Dagegen wird es, mit der 2½ bis 10fachen Wassermenge verdünnt, bei einer Temperatur von 38° C. an seiner Oberfläche sogleich weisslich getrübt und scheidet sich allmählig in zwei Theile, einen membranösflockigen und einen gallertigen, welcher letzterer sich nach und nach weisslich trübt, dünnflüssig wird und der gesammten Flüssigkeit eine opalisirende Trübung ertheilt. Bei der Verdünnung mit der 1 bis 2½fachen Wassermenge geht die Flüssigkeit nach 6stündiger Einwirkung des Wassers bei einer Temperatur von 38° C. nur theilweise und langsam durch ein Filter von feinem Fliesspapier, bei der Verdünnung mit der 5 bis 10fachen Wassermenge aber erfolgt die Filtration leicht und voll-

ständig. Das frische Hühnereiweiss verhält sich bei der Verdünnung mit gleichen Theilen Wassers nach 6stündiger Einwirkung der Brutwärme gegen Siedhitze, Salpetersäure u. s. w. gleich dem unvermengten Eiweiss; bei der Verdünnung mit der $2\frac{1}{2}$ bis 10fachen Wassermenge aber wird es durch Siedhitze nicht mehr coagulirt, sondern nur bläulichweiss getrübt. Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze, Eisencyankalium, Sublimat dagegen erzeugen dieselben Reactionen wie im unverdünnten Eiweiss.

Frisches Hühnereiweiss, mit Wasser, zu dem man 0,05 % bis 0,2 % reiner Salzsäure setzt, in dem Verhältnisse von 1 : 10 gemengt und dann gerührt, verhält sich rücksichtlich der weisslichen Trübung und des Zerfallens des getrübten Theils in Flocken beim Umrühren gleich dem mit der 10fachen Menge reinen Wassers gemischten und geschüttelten Eiweisse. Es unterscheidet sich jedoch von diesem darin, dass Siedhitze in dem nicht getrübten Theile keine Veränderung bewirkt und dass durch Salpetersäure und längeres Erhitzen eine körnige Coagulation entsteht, welche mit dem Säuregehalt der Flüssigkeit in ihrer Feinheit zu- und in der Menge abnimmt. — Bringt man Eiweiss mit der 10fachen Menge von Wasser und 0,05 % Salzsäure mehrere Stunden in eine Temperatur von 38° C., ohne die Flüssigkeit mit einem Glasstab zu rühren, so erfährt ersteres dieselbe Veränderungen wie durch reines Wasser unter denselben Verhältnissen, nur mit dem Unterschiede, dass der auf dem Boden des Glases befindliche gallertige Theil des Eiweisses später und weniger vollkommen sich trübt. Setzt man aber zu dem Wasser eine grössere Menge von Säure, nämlich 0,1 % bis 0,2 %, so scheidet sich ein Theil des Eiweisses sogleich in membranöse weisslich getrübte Flocken, der grössere Theil des auf dem Boden des Glases befindlichen Eiweisses behält seine gallertige lichte Beschaffenheit, wird allmählich dünner und flüssiger und vertheilt sich ohne Trübung in der überstehenden Flüssigkeit.

Wenn man eine geringe Menge von Chlornatrium (0,25 %) zu dem Wasser, in das man frisches Hühnereiweiss bringt, setzt und mehrere Stunden eine Wärme von 38° C. einwirken lässt, so wird

ein Theil desselben wie bei reinem Wasser weisslich getrübt und scheidet sich in Form von membranösen Flocken aus, der beträchtlichere Theil des Eiweisses aber erfährt nur eine schwach weissliche Trübung. Bei dem Zusatz von 0,5 % Chlornatrium entsteht nur eine Spur einer Trübung und keine Scheidung von membranösen weisslich getrübten Flocken. Bei dem Zusatz von 0,75 % bis 1,0 % Chlornatrium ist keine Trübung des Eiweisses zu erkennen, dasselbe quillt allmählig auf, wird lichter und dünner und gibt der Flüssigkeit, in der es sich vertheilt, eine zähflüssige Beschaffenheit. Das durch Chlornatrium veränderte Eiweiss wird nicht so dünnflüssig wie das durch gesäuertes Wasser, und nicht molecular zerfällt, wie das durch reines Wasser veränderte Eiweiss; es geht nur theilweise und langsam durch das Filter, wird durch Siedhitze flockig coagulirt und zwar im Verhältniss zur Concentration der Chlornatriumlösung, d. h. bei den schwächeren Concentrationsgraden sehr schwach flockig, bei den stärkeren aber reichlich flockig.

Aehnlich dem Chlornatrium wirkt Chlorkalium in 0,1 % bis 1,0 %, dessgleichen Chlorammonium und Chlorcalcium in denselben Verhältnissen.

Frisches Hühnereiweiss mit der 10fachen Menge Wassers, zu der man 0,2 % Salzsäure und 1 % bis 0,5 % Chlornatrium setzt, wird sogleich in einen weissgetrübten membranösen und einen gallertigen Theil geschieden und in einer Temperatur von 38° C. milchig getrübt und stark flockig, zum Theil klumpig coagulirt. Dies erfolgte in geringerem Grade bei niederem als höherem Salzgehalt der Flüssigkeit. Durch Wasser mit 0,1 % Salzsäure und 1 % bis 0,5 % Chlornatrium wird das Eiweiss in einer Temperatur von 38° C. nicht coagulirt, sondern in zwei Theile, einen membranösen flockigen weissgetrübten und einen gallertigen lichten geschieden. Letzterer erhält in kurzer Zeit (1 St.) eine dünnflüssige Beschaffenheit und wird bei 1procentigem Kochsalzgehalt der Flüssigkeit schon durch die Siedhitze gallertig coagulirt, während bei ½procentigem Gehalt an Kochsalz die gallertige Coagulation erst beim Zusatz einiger Tropfen Salpetersäure eintritt. Durch die 10fache Menge Wassers

endlich, der man 0,05 % Salzsäure und 1 % bis 0,5 % Chlornatrium zusetzt, wird das frische Eiweiss wie bei 0,1 % Salzsäure verändert; das Filtrat des verflüssigten Eiweisses erfährt aber durch Siedhitze nur eine milchige Trübung und eine reichliche feinkörnige Coagulation.

Chlorkalium, Chlorammonium und Chlorcalcium in verschiedenen Verhältnissen mit gesäuertem Wasser gemischt, stimmen rücksichtlich ihrer Einwirkung auf frisches Eiweiss bei einer Temperatur von 38° C. in den wesentlichen Punkten mit Chlornatrium und gesäuertem Wasser überein. Aehnlich verhält sich auch phosphorsaurer Kalk mit gesäuertem Wasser gegen frisches Eiweiss, während dagegen phosphorsaure Magnesia in denselben Verhältnissen (1 % zu 0,2 % Salzsäure) wohl eine weisse Trübung des membranösen Theils, aber keine Coagulation des gallertigen Theils des Eiweisses erzeugt; letzterer bleibt ganz licht, wird dünnflüssig und ist nach 1 Stunde nicht mehr von der übrigen Flüssigkeit zu unterscheiden. Siedhitze bewirkt in derselben eine flockige Gerinnung.

Bringt man 1 Theil frischen Hühnereiweisses mit 10 Theilen Wasser, 0,2 % Salzsäure und 1 % bis 0,1 % Pepsin zusammen und setzt diese Mischung einer Temperatur von 38° C. aus, so erfährt jenes dieselben Veränderungen wie durch künstliche Verdauungsflüssigkeit. Das Eiweiss scheidet sich nämlich binnen ½ St. in einen menbranösen flockigen weissen und einen gallertigen lichten Theil; ersterer ist gering in seiner Menge, letzterer verflüssigt sich rasch und trübt die übrige Flüssigkeit schwach opalisirend. Es verliert schon in der ersten halben Stunde seine Eigenschaft durch Siedhitze getrübt und coagulirt zu werden und zeigt in seinem Verhalten gegen Salpetersäure, Eisencyankalium und Sublimat nach 3 — 6 Stunden dieselben Aenderungen wie das mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit behandelte Eiweiss. Diese Aenderungen treten bei 1 % Pepsin früher und vollkommener ein, als bei 0,5 % und 0,1 %. So z. B. zeigte die Mischung, in der sich 1 % Pepsin befand, schon nach 3 Stunden keine Aenderung durch Salpetersäure, keine Trübung und eine sehr feine körnige Coagulation durch Sal-

petersäure und Siedhitze, nur eine schwach opalisirende Trübung und sehr feinkörnige Gerinnung durch Kaliumeisencyanür und durch Sublimat, während bei 0,5 % und 0,1 % Pepsin die Flüssigkeit durch Salpetersäure, durch Salpetersäure und Siedhitze, durch Kaliumeisencyanür, Sublimat nach 3 und nach 6 Stunden schwach opalisirend oder weisslich getrübt und feinkörnig oder flockig coagulirt wurde je nach der Concentration der Pepsinlösung.

Nach den mitgetheilten Ergebnissen zahlreicher und öfters wiederholter Versuche müssen wir rücksichtlich der Verdaulichkeit und der Veränderungen des flüssigen frischen Hühnereiweisses durch die Magenverdauung Folgendes festsetzen:

Das flüssige Eiweiss von etwa 6 frisch gelegten Eiern (im Betrag von 120 — 140 Ccm.) wird im Magen von Hunden, die eine gute Verdauung haben, innerhalb 2 bis 3 Stunden verdaut und gehört mithin zu den leicht verdaulichen Nahrungsmitteln. Dies gilt namentlich für den Fall, dass es zu einer Zeit genossen wird, zu der der Magen nicht leer ist, sondern noch Speisereste und Magensaft enthält. Wird es bei vollkommen nüchternem Zustande genossen, so dauert die Verdauung nicht blos länger, sondern es bewirkt auch sehr leicht Erbrechen. Das flüssige Eiweiss der frisch gelegten Hühnereier erfordert zu seiner Verdauung jedenfalls eine nicht geringe Menge von Magensaft und einen nicht unbeträchtlichen Gehalt desselben an Säure und Pepsin. Soll das Eiweiss in der angegebenen Zeit verflüssigt und umgewandelt werden, so muss es mit der 10 bis 20fachen Menge Magensafts in Berührung treten und es muss dieser etwa 0,1 — 2 % Säure und 1,0 % Pepsin enthalten. Das rohe Hühnereiweiss dürfte mithin bei allen denjenigen Personen, welche eine geschwächte Verdauung haben, insofern diese in einer zu geringen Menge des Magensafts oder in einem zu geringen Gehalt desselben an Pepsin und Säure ihren Grund hat, als Nahrungsmittel entweder gar nicht oder nicht im nüchternen Zustande genossen werden.

Das flüssige Eiweiss wird durch den Magensaft nicht coagulirt, auch nicht getrübt und nicht in zwei Theile, einen membranösen

und gallertigen Theil geschieden, wenn dieser in der entsprechenden Menge einwirkt, sondern es wird allmählig dünnflüssiger, leichter filtrirbar und ohne Zweifel auch diffusionsfähiger, erfährt in seinen Eigenschaften rücksichtlich seines Verhaltens gegen Siedhitze, Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze, Eisencyankalium und Sublimat Veränderungen und zeigt nach seiner Umwandlung dieselben Reactionen wie das verdaute geronnene Eiweiss.

In ähnlicher Weise wie durch die Verdauung im Magen wird das flüssige Eiweiss der Hühnereier ausserhalb des Magens durch natürlichen Magensaft und durch künstliche Verdauungsflüssigkeit bei einer Temperatur von 38° C. verändert.

Was die Factoren betrifft, durch welche die Veränderungen des flüssigen Eiweisses bei der Verdauung bewirkt werden, so kommen zufolge der Zusammensetzung des Magensafts Wasser, eine freie Säure, mehrere Salze und eine organische Materie, Pepsin genannt, in Betracht. In Betreff der Wirkung dieser Potenzen bei der Verdauung des flüssigen Eiweisses halte ich nach meinen Versuchen folgende Annahme für begründet:

Das nicht geronnene Eiweiss wird durch die 5 bis 10fache Menge reinen Wassers flüssiger und leichter filtrirbar, vermuthlich auch diffusionsfähiger. Es wird aber auch durch Wasser zugleich in zwei Theile, einen membranösflockigen, weissen und einen gallertigen geschieden, welcher letztere in einer Temperatur von 38° C. sich trübt und in feine Molecüle zerfällt, welche durch das Filter gehen und das Filtrat opalisirend machen.

Bei dem Zusatze von 0,1 bis 0,2 % Salzsäure zu dem Wasser wird das Eiweiss zwar gleichfalls in einen membranösflockigen und einen gallertigen Theil geschieden, aber es wird letzterer nicht trüb, sondern lichter, dünner und flüssiger und geht dabei ganz hell durch das Filter.

Die Trübung des Eiweisses und die Scheidung desselben in zwei Theile findet nicht statt, wenn man zu dem gesäuerten Wasser 0,5 % bis 1,0 % Chlornatrium setzt. Das Eiweiss wird dadurch lichter, die Flüssigkeit erhält eine zähflüssige Beschaffenheit und ist

schwer filtrirbar. Aehnlich dem Chlornatrium verhalten sich Chlorkalium, Chlorammonium und Chlorcalcium. Finden sich diese Salze in grösserer Menge, d. i. zu 1 % in einer 0,2 % Salzsäure haltigen Flüssigkeit vor, so wird das Eiweiss schon bei einer Digestionstemperatur von 38° C. coagulirt. Dies ist aber nicht der Fall, wenn diese Salze nur 0,5 % bis 0,25 % oder die Säure 0,1 % bis 0,05 % betragen. Der phosphorsaure Kalk stimmt in dieser Hinsicht mit den genannten Salzen überein, die phosphorsaure Magnesia dagegen bewirkt keine Coagulation des Eiweisses bei Gegenwart von 0,2 % Salzsäure in einer Temperatur von 38° C.

Durch die Mitwirkung des Pepsins endlich wird das flüssige Eiweiss in seinem Verhalten gegen Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze, Eisencyankalium und Sublimat auffallend verändert. Seine Gerinnbarkeit durch Siedhitze verliert es schon in Folge der Verdünnung mit der 5 bis 10fachen Wassermenge, der 0,1 % bis 0,2 % Salzsäure zugesetzt wird; seine Eigenschaft aber durch Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze coagulirt, durch Eisencyankalium und Sublimat gefällt zu werden, büsst es nach 2 — 4 Stunden ein, wenn man dem gesäuerten Wasser die nöthige Menge von Pepsin zusetzt.

Die Veränderungen, die das flüssige Hühnereiweiss durch die Verdünnung mit der 1 bis 10fachen Wassermenge erfährt, sowie jene, die das durch Wasser verdünnte Eiweiss in Folge eines Zusatzes von Chlornatrium von 0,25 % bis 1 % zeigt, und ausserdem die Wirkungen, welche reine Salzsäure von 0,05 % bis 0,2 % auf das mit Wasser verdünnte Eiweiss ohne und mit einem Zusatz von Chloralkalien hat, verdienen nicht blos für die Verdauung, sondern auch für manche andere Vorgänge im Organismus wegen der wichtigen Rolle, die das Eiweiss im Blute sowie bei den Ernährungs- und Secretionsprocessen hat, Berücksichtigung. Es geht daraus vor allen Dingen hervor, von welchem Werthe das quantitative Verhältniss des Wassers, der Chloralkalien und des Eiweisses zu einander ist und wie sehr durch einen vermehrten oder verminderten Gehalt des Bluts an Wasser und Chloralkalien gewisse

Eigenschaften des Eiweisses, wie namentlich die Diffusibilität, die dünn- oder zähflüssige Beschaffenheit, der homogene oder moleculäre Zustand, und selbst die Neigung zur Gerinnung bei einer Temperatur von 38° C., verändert werden. Es ist hier nicht der Ort diese wichtigen Momente weiter zu besprechen. Ich behalte mir vor, hierüber in Bälde meine Beobachtungen und die daraus gewonnenen Anschauungen mitzutheilen.

Ueber die Verdauung des geronnenen Eiweisses wurden bis jetzt im Laboratorium zahlreiche Versuche an Hunden mit einer Magenfistel, mit natürlichem Magensaft, mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit und mit Pepsin haltigem gesäuertem Wasser angestellt. Ueber die Veränderungen des geronnenen Eiweisses durch in verschiedenem Grade gesäuertes Wasser, durch die Salze, welche im Magensaft vorkommen, durch gesäuertes Wasser, Salze und Pepsin in verschiedenen Verhältnissen besitze ich noch keine genügende Zahl von Beobachtungen, um sichere Ergebnisse daraus entnehmen zu können. Ich will mich daher darauf beschränken, hier nur die Resultate, die ich bei meinen Versuchen über die Verdauung des geronnenen Eiweisses an Hunden mit einer Magenfistel, mit natürlichem Magensaft, mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit und mit Pepsin haltigem gesäuertem Wasser gewonnen habe, in möglichster Kürze mitzutheilen.

Das fest geronnene Eiweiss von 6 Hühnereiern im Betrag von 120 bis 140 Grammen wurde von Hunden, die eine gute Verdauung hatten und bei denen der Magen vor der Aufnahme des Eiweisses leer war, in 6 bis 7 Stunden vollständig verdaut. Ziemlich übereinstimmend hiermit sind die Beobachtungen von *Blondlot*, denen zufolge ein Hund 5 bis 6 Stunden braucht, um 100 Gr. geronnenes Eiweiss zu verdauen. Das leicht geronnene Eiweiss von flockiger Beschaffenheit wurde, wenn man es in derselben Menge und bei leerem Magen einführte, im Mittel in 5 Stunden verdaut. Ein ähnliches Resultat erhielt *Blondlot* mit 100 Gr. flockig coagulirten Eiweisses, welche in 4 — 5 Stunden verdaut wurden. Das Chymificat, welches bei der Verdauung von geronnenem Eiweiss in der ersten

halben Stunde erhalten wurde, war von geringer Menge (1 — 2 Ccm.), reagirte in der Regel sehr schwach sauer, enthielt keine Eiweissstückchen, wurde durch Siedhitze opalisirend getrübt und durch Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze fein flockig coagulirt. Die saure Reaction des im Schlauche meines Apparats sich sammelnden Chymificats und ebenso die Menge desselben nahmen mit jeder Stunde bis zur 4. oder 5. Stunde nach der Aufnahme des Eiweisses zu; es hatte eine grauliche Farbe und enthielt kleine Eiweissstückchen mit lichten durchscheinenden Kanten in mit jeder Stunde zunehmender Menge. Nach der 6. Stunde nahm die sauere Reaction rasch ab und es waren dann nur wenige und zuletzt keine Eiweissstückchen mehr in der spärlich durch die Fistelöffnung abgehenden Flüssigkeit zu erkennen. Das Filtrat des chymificirten Eiweisses verhielt sich in der 2. bis 6. Stunde gegen verschiedene Reagentien so, wie es zuerst *Eberle*, genauer aber *Mialhe*, *Lehmann* u. A. in Betreff des Eiweisspeptons angegeben haben.

Wurde fest geronnenes, in Würfeln geschnittenes Eiweiss mit natürlichem Magensaft oder künstlicher Verdauungsflüssigkeit von dem oben angegebenen Säuregehalt in dem Verhältnisse von 1 zu 10 einer Temperatur von 38° C. ausgesetzt, so waren die Veränderungen, die die Eiweissstückchen zeigten, auch rücksichtlich der Zeit dieselben wie bei der natürlichen Verdauung an den Hunden mit einer Magenfistel; sie wurden an den Kanten allmählich durchscheinend, nahmen in der Grösse und Zahl mit jeder Stunde ab und waren nach 6, höchstens 8 Stunden vollständig gelöst; das künstlich zu Stande gebrachte Eiweisspepton zeigte dieselben Reactionen wie das natürliche. Wurde aber 1 Theil geronnenen Eiweisses mit 5 bis 2 Theilen Magensafts oder künstlicher Verdauungsflüssigkeit zusammengebracht und in ein Wasserbad von 38° C. gesetzt, so erfolgte die vollständige Lösung und Umwandlung des Eiweisses erst in 14 bis 24 Stunden je nach der Menge der zur künstlichen Verdauung verwendeten Flüssigkeit.

Diese Beobachtung, welche mit ähnlichen Erfolgen schon von *Blondlot* gemacht wurde, bestimmte mich die Wirkung von reinem

Pepsin in verschiedener Menge mit der gleichen Menge Wassers von 0,2 % Säuregehalt auf die gleiche Menge Eiweisses bei einer Temperatur von 38⁰ C. zu ermitteln. — Zu diesem Behufe nahm ich fünf gleiche Portionen geronnenen Eiweisses und brachte zu jeder die 10fache Menge Wassers und 0,2 % Salzsäure, setzte zu den einzelnen Portionen eine verschiedene Menge Pepsin, nämlich 1 %, 0,5 %, 0,1 %, 0,01 %, 0,001 % und liess längere Zeit eine Temperatur von 38⁰ C. darauf einwirken. Es ergab sich hierbei Folgendes: Das geronnene Eiweiss mit 15 % fester Theile wurde in den drei Gläschen, in denen 1 %, 0,5 % und 0,1 % Pepsin sich befanden, in 6 Stunden vollkommen gelöst und umgewandelt. Schon nach 4 Stunden befand sich nur eine geringe Zahl von nicht ganz gelösten Eiweisswürfelchen vor, und auffallender Weise war in der 0,5 % Pepsin haltenden Flüssigkeit die Lösung vollkommener und die Zahl der Würfelchen geringer wie in den beiden andern Gläschen. Das Chymificat zeigte bei Siedhitze keine Veränderung, wurde durch Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze, Eisencyankalium, Sublimat opalisirend getrübt und fein flockig coagulirt. In dem Gläschen mit 0,01 % Pepsin erschienen die Eiweisswürfelchen nach 4 Stunden an den Kanten zwar licht, waren aber nur zum geringsten Theil gelöst; die vollständige Lösung hatte erst 20 St. nach dem Beginn des Versuchs statt. In dem 5. Gläschen mit 0,001 % Pepsin wurden erst nach der 6. Stunde die Kanten der Eiweisswürfelchen schwach durchscheinend und nach 48 Stunden zeigten sie sich vollkommen gelöst. Das Filtrat von Nro. 4 und 5 wurde durch Siedhitze nicht verändert, aber durch Salpetersäure, Salpetersäure und Siedhitze, Eisencyankalium und Sublimat entstand eine weisse Trübung und ein reichlich flockiger Niederschlag.

Die Verdaulichkeit des geronnenen Eiweisses hängt den mitgetheilten Beobachtungen zufolge erstens von der mehr oder weniger dichten Beschaffenheit desselben, zweitens von der Menge des Magensafts und drittens von dessen Gehalt an Pepsin und, wie *Koopmans* zeigte, an freier Säure ab. Nach *Blondlot's* und meinen Versuchen kann man annehmen, dass 100 Gr. fest geronnenen Eiweisses in 6

Stunden, 100 Gr. locker geronnenen Eiweisses in 5 Stunden in dem Magen eines Hundes, wenn es bei nüchternem Zustande und ohne andere Nutrimente aufgenommen wird, vollständig verdaut werden. Ferner werden 100 Gr. geronnenen Eiweisses mit 15 % fester Theile durch 1 Kilo Magensaft vom Hund oder durch 1 Kilo künstlicher Verdauungsflüssigkeit von 0,2 % Säure- und 0,5 % Pepsin-Gehalt in 6 Stunden vollkommen gelöst und umgewandelt. Eine geringere Menge von Magensaft im Verhältniss zum Eiweiss (5 bis 2 Th. auf ein Th. Eiweiss) oder eine geringere Menge von Pepsin (0,01 % bis 0,001 %) bewirken die Lösung des geronnenen Eiweisses zwar auch, aber erst in 20 bis 48 Stunden. Was den Säuregehalt betrifft, so soll nach *Koopmans* $^1/_{275}$ bis $^1/_{60}$ Säure für gekochtes Eiweiss der angemessenste Grad sein, während er für rohen Kleber $^1/_{2000}$ bis $^1/_{400}$ Säure als die geeignete Menge erkannte. Nach seinen Versuchen beeinträchtigt ein mässig sauerer Magensaft die Verdauung des geronnenen Eiweisses, befördert aber die Auflösung von Kleber. Er hat gefunden, dass im lebenden Thiere durch die nämliche Verdauungsflüssigkeit ungleiche Mengen von Eiweiss und von Kleber aufgelöst werden: wo viel Eiweiss verdaut wird, nimmt der Kleber nur wenig an Gewicht ab und umgekehrt. Da nun nach *Bidder* und *Schmidt* der Magensaft von Hunden 0,2 bis 0,3 %, der vom Schaaf 0,1 bis 0,15 % Säure hat, so ist begreiflich, dass gekochtes Eiweiss im Magensaft vom Hund besser gelöst wird, als in dem vom Schaaf, der Kleber dagegen sich umgekehrt verhält.

5) Ueber die Athmungsgrösse des Menschen.

Hutchinson hat, gestützt auf zahlreiche spirometrische Beobachtungen, die Ansicht aufgestellt, dass die vitale Capacität der Lungen oder die Athmungsgrösse des Mannes im gesunden Zustande in einem gewissen Verhältnisse zu körperlichen Zuständen stehe; er bezeichnete als solche hauptsächlich erstens die Höhe des Körpers, zweitens das Gewicht und drittens das Alter. Nach ihm soll zwischen der Körperhöhe und dem vitalen Athmungsvermögen ein so inniger Zusammenhang obwalten, dass letzteres in einem

arithmetischen Verhältnisse mit ersterem zunehme; das Körpergewicht und das Alter aber sollen dieses Verhältniss nur in etwas modificiren und zwar in geringerem Grade das Alter wie die Schwere des Körpers. Der Umfang und die Länge der Brust sind ihm zufolge nur von geringem Einflusse auf die Athmungsgrösse und geben daher keinen beständigen Maassstab für die Bestimmung derselben ab; der Brustbeweglichkeit dagegen soll die Athmungsgrösse mit mathematischer Genauigkeit entsprechen. *Hutchinson* erklärte ferner, dass man durch das Verhältniss der Athmungsgrösse zur Körperhöhe in den Stand gesetzt sei, Menschen von verschiedener Höhe und verschiedenem Gesundheitszustande zu vergleichen, weil durch Lungenkrankheiten, namentlich die Tuberculose, das Verhältniss der vitalen Capacität zur Körperhöhe in hohem Grade verändert werde. Er bestimmte nach seinen Beobachtungen den Werth für je 2½ Ctm. Zunahme in der Höhe von 152 bis 182 Ctm. zu 131,2 Ccm. oder 8 K. Z. engl., ebenso für je 1 engl. Pfund Zunahme von 105 bis 155 Pf. zu 16,4 Ccm. oder 1 K. Z. engl., endlich für das Alter vom 15. bis zum 35. Jahre zu 131,2 Ccm. oder für jedes Jahr zu 6,56 Ccm. Zunahme, vom 35. bis zum 65. Jahr aber zu 738 Ccm. oder für jedes Jahr zu 24,6 Ccm. Abnahme. Der Werth der Brustbeweglichkeit wurde von ihm nicht näher bezeichnet.

Der Ansicht von *Hutchinson* schlossen sich Viele an; Einige thaten dies mit geringen Abweichungen in unbedeutenden Punkten: so z. B. anerkannte *Schneevogt* vor Allem die Körperhöhe, *Wintrich* hauptsächlich die Höhe, das Alter und Geschlecht, nicht aber das Gewicht als brauchbare Bestimmungsmomente für die Athmungsgrösse. Nur *Fabius* trat der Angabe von *Hutchinson*, dass die Athmungsgrösse in directem Verhältnisse mit der Höhe des Körpers zunehme, entgegen und erklärte, dass, da die vitale Capacität der Lungen hauptsächlich von der Capacität und Beweglichkeit des Brustkorbs abhängen müsse, vor Allem auch die Höhe, der Umfang und die Beweglichkeit der Brust zu messen seien, um die Athmungsgrösse eines Menschen bestimmen zu können. Weil nun die Länge der Brust schwer zu messen ist, so maass er die Rumpflänge, von

der Voraussetzung ausgehend, dass die Höhe der Brust in einem constanteren Verhältnisse zu der Höhe des Rumpfs als zu der des ganzen Körpers stehe. Seine Berechnung der vitalen Capacität gründete *Fabius* erstens auf die Höhe des Rumpfs, zweitens den Umfang der Brust in der Höhe der Brustwarzen, drittens auf die Beweglichkeit des Brustkastens und viertens auf das Alter. Er hat aus seinen Beobachtungen mit Hülfe von *Buys-Ballot* eine Formel abgeleitet, nach der die Athmungsgrösse für jede Brustbeweglichkeit und jedes Lebensalter, wenn die Länge des Rumpfs und der Umfang der Brust bekannt sind, im Voraus sich bestimmen lassen soll.

Dies war die Sachlage in Betreff der vitalen Capacität, wie ich sie im Jahr 1854 vorfand, als ich die von mir seit mehreren Jahren gesammelten Beobachtungen zu verarbeiten mir vornahm. Ich erkannte bald die Nothwendigkeit, alle Verhältnisse des Körpers, die etwa einen Einfluss auf die Athmungsgrösse üben, zu berücksichtigen und nach ihrem Werthe zu bestimmen, wenn die durch das Spirometer erhaltenen Grössen für die Wissenschaft und wo möglich auch für die Praxis einen Werth erlangen sollen. Ich unterzog mich der im Ganzen mühevollen Arbeit, die Beobachtungen von *Hutchinson*, *Simon*, *Fabius* und meine eigenen zusammenzustellen und darnach den Werth der verschiedenen Momente, welche etwa einen Einfluss auf die Athmungsgrösse besitzen, zu ermitteln. Ich prüfte auf diesem Wege mit Rücksicht auf die vorliegenden fremden und eigenen Beobachtungen das Verhältniss der Athmungsgrösse zu der Körperhöhe, der Rumpfhöhe, dem Körpergewicht, dem Brustumfang und der Brustbeweglichkeit, und suchte in gleicher Weise den Einfluss des Alters, der Lebens- und Beschäftigungsweise, verschiedener körperlicher Vorgänge und endlich des Geschlechts auf das vitale Athmungsvermögen darzuthun.

Die auf diesem Wege erhaltenen Werthe habe ich in meiner Schrift „über die Athmungsgrösse des Menschen" niedergelegt und in derselben auch die Resultate besprochen, die sich dabei ergaben. Hier will ich nur die gewonnenen Ergebnisse in möglichster Kürze mittheilen, weil die Beobachtungen, die ich an Medicin-Studirenden

über die Athmungsgrösse machte, zum Theil in dem hiesigen Laboratorium vorgenommen wurden und weil ich mich veranlasst sehe, einige Auffassungen, die meine Auseinandersetzung über diesen Gegenstand erfahren hat, zu berichtigen.

Die Athmungsgrösse nimmt, wie ich aus den Beobachtungen von *Hutchinson*, *Simon*, *Fabius* und mir nachwies, bei männlichen Individuen mit der Körperhöhe nicht in einem arithmetischen Verhältnisse zu, wenn man nur einzelne Beobachtungen an gesunden Personen von verschiedener Höhe berücksichtigt. Hält man sich aber an das Mittel einer grossen Zahl von Beobachtungen, so gewinnt man ein Progressionsverhältniss, das sehr nahe einer arithmetischen Steigung von 150 Ccm. für je 2½ Ctm. Höhezunahme zu liegen kommt, so dass die vitale Capacität für einen Mann von 155 Ctm. Höhe im Mittel 2700 Ccm., die für 170 Ctm. Höhe 3600 Ccm. und für 180 Ctm. Höhe 4200 Ccm. betragen würde. Da man aber bei einer und derselben Höhe oft beträchtliche Unterschiede in der vitalen Capacität gesunder Personen trifft, so kann die Körperhöhe weder das einzige noch das hauptsächlichste Moment zur Bestimmung der physiologischen Athmungsgrösse eines Individuums abgeben. Die Behauptung von *Hutchinson*, dass die vitale Capacität in einem arithmetischen Verhältnisse mit der Körperhöhe zunehme und dass man durch dieses Verhältniss in den Stand gesetzt sei, Menschen von verschiedener Höhe und verschiedenem Gesundheitszustande zu vergleichen, ist somit nicht begründet.

Im Verhältniss zur Rumpfhöhe nimmt die Athmungsgrösse nicht regelmässiger zu als im Verhältniss zur Körperhöhe, sondern es ist im Gegentheil die Steigung der vitalen Capacität im Verhältniss zur Rumpfhöhe weniger regelmässig und es sind die Extreme in dem Athmungsvermögen bei gleicher Rumpfhöhe noch beträchtlicher als bei der Körperhöhe. Aus den Beobachtungen, welche *Fabius* mittheilte, habe ich nachgewiesen, dass dessen Annahme, es sei von grösserem Werthe die Höhe des Rumpfs als die des ganzen Körpers zu messen und es lasse sich erstere als ein Factor verwerthen, als unrichtig verworfen werden muss.

Zwischen der vitalen Capacität und dem Körpergewicht kann man, wie ich durch die Beobachtungen von *Fabius* und mir und auch die von *Hutchinson* zeigte, kein proportionales Verhältniss erkennen. Die Athmungsgrösse nimmt zwar mit dem Körpergewicht im Allgemeinen zu, es findet aber von 5 zu 5 Kilo Zunahme in der Schwere keine regelmässige Steigung der Athmungsgrösse statt, und es ist die Schwere des Körpers nur in so weit von Einfluss auf die Athmungsgrösse, als in sehr vielen Fällen das Gewicht des Körpers mit der Höhe zunimmt. Die Behauptung von *Hutchinson*, dass die Schwere des Körpers nächst der Höhe den bemerkenswerthesten Einfluss auf die vitale Capacität übe, kann ich nach den vorliegenden Beobachtungen nicht für begründet ansehen.

Der Brustumfang dagegen besitzt einen eben so grossen Einfluss auf die Athmungsgrösse, wie die Höhe des Körpers. Aus den Beobachtungen von *Simon* und *Fabius* wies ich nach, dass die Athmungsgrösse mit der Zunahme des Brustumfangs in einem ähnlichen Verhältnisse steigt, wie mit der Körperhöhe. Nach dem Mittel einer grösseren Zahl von Beobachtungen hat die Zunahme von je $2\frac{1}{2}$ Ctm. im Brustumfang einen Werth von 150 Ccm.; die Athmungsgrösse beträgt im Mittel bei 65 Ctm. Brustumfang 2580 Ccm., bei 80 Ctm. 3480 Ccm., bei 90 Ctm. 4080 Ccm. Aber auch zum Brustumfang steht die Athmungsgrösse in keinem arithmetischen Verhältnisse. Dies hat seinen Grund darin, dass der äussere zum inneren Brustumfang eben so variirt, wie die Brusthöhe im Verhältniss zur Körperhöhe. Die Differenz beider beträgt im Mittel 10 Ctm., in extremen Fällen einerseits 5, anderseits 15 und selbst 20 Ctm. Diese Abweichungen von dem Mittel sind bedingt durch die verschiedene Masse der Muskeln und des Fettes, welche auf dem Thorax sich befindet. Wenn man daher bei sehr magern und muskelschwachen Individuen 5 Ctm. zu dem Werthe fügt, den man durch das Messen des äusseren Brustumfangs erhält, und bei starker Musculatur und beträchtlicher Fettablagerung 5 — 10 Ctm. von dem beobachteten Werthe abzieht, so ist man im Stande die Abweichungen von dem mittleren Verhältnisse auszugleichen.

Ausser der Höhe und dem Umfang des Brustkorbs ist die Beweglichkeit oder Ausdehnbarkeit desselben, wie alle bisherigen Beobachter anerkannten, von wesentlichem und grossem Einfluss auf die vitale Capacität. Um nun den Werth dieses Factors kennen zu lernen, stellte ich die hierüber an gesunden Personen von 17 — 30 Jahren gemachten Beobachtungen nach der Zunahme der Brustbeweglichkeit von 3 bis 11,5 Ctm. zusammen und erhielt hierdurch das Ergebniss, dass mit der Zunahme der Brustbeweglichkeit die Athmungsgrösse steigt und zwar mit je ½ Ctm. um c. 80 Ccm., wenn man aus einer grösseren Zahl von Beobachtungen das Mittel zieht, dass aber in einzelnen Fällen die Progression ebenso wenig eine regelmässige ist wie bei der Körperhöhe und dem Brustumfang. Zugleich erhielt ich aus dieser Zusammenstellung das interessante Resultat, dass die Beweglichkeit der Brust mit der Zunahme des Umfangs derselben nicht oder nicht wesentlich und regelmässig zunimmt, mit der Körperhöhe aber in einem gewissen Verhältnisse und ziemlich regelmässig steigt, dass eine bestimmte Beweglichkeit, z. B. die von 7 Ctm., bei einem grösseren Umfang des Thorax einen höheren Werth besitzt als bei einem geringeren und mithin der Werth der Ausdehnungsfähigkeit des Thorax mit der Zunahme des Cubicinhalts der Athmungshöhle steigt. Das Verhältniss, in dem die Brustbeweglichkeit zur Körperhöhe zunimmt, ist nach dem Mittel von 143 Beobachtungen folgendes:

6,5	Ctm.	Beweglichkeit	bei	einer	Körperhöhe	von	157 — 165	Ctm.
7	-	-	-	-	-	-	166 — 170	-
7,5	-	-	-	-	-	-	171 — 175	-
8	-	-	-	-	-	-	176 — 180	-
8,5	-	-	-	-	-	-	181 — 190	-

Der Werth der Beweglichkeit beträgt nach den Beobachtungen an 102 Personen, die nach ihrer Höhe und ihrem Brustumfang zusammengestellt wurden, für 1 Ctm.

140	Ccm.	bei	einem	Brustumfang	von	68 — 72	Ctm.
160	-	-	-	-	-	73 — 77	-
180	-	-	-	-	-	78 — 82	-

210	Ccm. bei einem Brustumfang von	83 — 87	Ctm.
240	- - - - -	88 — 92	-
270	- - - - -	93 — 97	-

Entspricht die Beweglichkeit der Brust dem Mittel bei einer bestimmten Höhe des Körpers, z. B. 7 Ctm. bei 170 Ctm., so hat man bei der Bestimmung des physiologischen Mittels der Athmungsgrösse eines Menschen die Beweglichkeit nicht in Rechnung zu bringen. Ist sie aber niederer oder höher, so muss ein dem Umfang des Brustkastens entsprechender Werth für jedes Ctm. weniger oder mehr abgezogen oder zugefügt werden.

Das Alter besitzt, wie aus 1775 Beobachtungen von *Hutchinson* hervorgeht, einen unverkennbaren Einfluss auf die Athmungsgrösse. Dieselbe erhebt sich vom 15. und 20. bis zum 35. Jahre etwa um 160 Ccm. und sinkt vom 35. bis zum 65. Jahre etwa um 900 Ccm. Die Zunahme der Athmungsgrösse erfolgt wahrscheinlich von der Pubertätszeit bis zum 20. und 25. Jahre rasch (in jedem Jahr um etwa 30 Ccm.) und von da bis zum 35. Jahre allmählich (in jedem Jahre nur um 3 Ccm.); die Abnahme dagegen scheint ziemlich gleichförmig vom 35. bis zum 65. Jahre stattzufinden, mit Ausnahme des 45. bis 50. Jahres, in welcher Periode die vitale Capacität in beträchtlichem Grade sinkt. Es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass die Athmungsgrösse bei verschiedenen Individuen zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Graden eine Ab- und Zunahme erfährt, je nachdem die Evolution und Involution des Organismus früher oder später, rascher oder langsamer erfolgt. Auf die Athmungsgrösse in den verschiedenen Altersperioden besitzt die Beweglichkeit der Brust unverkennbar einen Einfluss, der aber in seinem Werth nach den bisherigen Beobachtungen nicht bestimmt werden kann, desswegen auch der reine Werth des Einflusses der verschiedenen Lebensalter sich gegenwärtig nicht genau ermitteln lässt, sondern man nur im Allgemeinen feststellen kann, dass die Athmungsgrösse vom 15. bis zum 35. Jahre um etwa 130 — 190 Ccm. zunimmt und vom 35. bis zum 65. Jahre um etwa 900 Ccm. abnimmt.

Ausser der Körperhöhe, dem Brustumfang, der Brustbeweglichkeit und dem Alter üben auch die Beschäftigungs- und Lebensweise einen Einfluss auf die Athmungsgrösse aus. Um denselben, wo möglich, näher zu ermitteln, stellte ich die Beobachtungen von *Hutchinson* an Seeleuten, Seesoldaten, Recruten, Polizei- und Feuermannschaft, Schriftsetzern, Handwerksleuten, Armen, Standespersonen, sowie die von *Simon, Fabius* und mir an Studirenden in einer Tabelle zusammen. Es ergab sich hieraus, dass im Allgemeinen Standespersonen, Studirende und Arme eine niedere, Seeleute, Seesoldaten und Recruten eine sehr hohe, die übrigen Stände eine mittlere Athmungsgrösse besitzen. Hierdurch sah ich mich bestimmt, die Stände, über deren Athmungsgrösse wir eine hinreichende Zahl von Beobachtungen besitzen, mit Rücksicht auf das Gesammtmittel der vitalen Capacität derselben, in drei Klassen zu bringen und daraus nur hinsichtlich des Einflusses, den die Beschäftigungs- und Lebensweise auf die Athmungsgrösse besitzt, zu entnehmen, dass unter Verhältnissen, in denen die Athmungsbewegungen weniger geübt werden, z. B. bei sitzender Lebensweise, wie wir sie meistens bei Standespersonen und Studirenden treffen, sowie da, wo nicht das zureichende Material für die Athmung dem Organismus zugeführt wird, wie dies häufig bei armen Leuten der Fall ist, die Athmungsgrösse auffallend niederer steht, als bei solchen Leuten, bei denen der stete oder häufige Aufenthalt im Freien einen günstigen Einfluss auf die Mechanik der Athmungsfunctionen besitzt, wie dies bei Seeleuten und Recruten der Fall ist, dass aber bei denjenigen Ständen, deren Beschäftigungs- und Lebensweise einen zwischen den Extremen liegenden Einfluss auf den Mechanismus und auch auf den Chemismus der Athmung hat, die vitale Capacität einen mittleren Werth zeigt.

Dass eine zweckmässige Uebung der Muskeln überhaupt und der Athemmuskeln in's Besondere einen günstigen Einfluss auf die Athmungsgrösse übt, beweisen die Beobachtungen von *Hutchinson* an Faustkämpfern und Ringern sowie die von *Fabius* an Sängern, Flötenspielern und Trompetenbläsern. Dass dagegen Turnübungen,

wenn sie zu angestrengt und zu lange fortgesetzt werden, die vitale Capacität öfters benachtheiligen, wird durch mehrere Beobachtungen von *Fabius* wahrscheinlich.

Um den Einfluss des Geschlechts auf die Athmungsgrösse bestimmen zu können, musste ich, da die früheren Beobachtungen meistens an Männern angestellt waren, eine Reihe von Untersuchungen an weiblichen Individuen vornehmen. Ich stellte dieselben mit den wenigen Beobachtungen von *Fabius* und *Simon* zusammen und ordnete sie erstens nach der Körperhöhe und zweitens nach dem Brustumfang der untersuchten Individuen. Es ergab sich hieraus, dass beim Weib wie beim Mann die vitale Capacität mit der Höhe des Körpers und dem Umfang der Brust zunimmt, dass dort wie hier in der Zunahme der Athmungsgrösse sowohl im Verhältniss zur Höhe, wie zum Brustumfang ein bestimmtes Progressionsverhältniss waltet, dass aber beim Weib die Athmungsgrösse absolut und relativ geringer ist als beim Mann; denn sie steigt bei weiblichen Personen sowohl mit der Zunahme der Körperhöhe wie mit der des Brustumfangs im Verhältnisse von 100 Ccm. für je $2\frac{1}{2}$ Ctm., während bei Männern sie im Verhältnisse von 150 Ccm. für $2\frac{1}{2}$ Ctm. zunimmt. Die Athmungsgrösse beträgt nämlich beim Weib im Mittel bei einer Körperhöhe von 144 Ctm. 2000 Ccm., von 164 Ctm. 2800 Ccm., bei einem Brustumfang von 71 Ctm. 1900 Ccm., von 91 Ctm. 2700 Ccm. Die nicht blos absolut, sondern auch relativ geringere Athmungsgrösse des Weibes im Vergleich zu der des Mannes ist dadurch bedingt, dass die drei wichtigsten Factoren, die Körperhöhe, der Brustumfang und die Brustbeweglichkeit, beim Weib andere Verhältnisse bieten als beim Manne, insofern die Höhe des Brustkastens im Verhältniss zur Körperhöhe, der innere Brustumfang im Verhältniss zum äusseren und die Brustbeweglichkeit geringer sind als bei männlichen Individuen.

Die zuerst von *Küchenmeister*, dann von *Fabius* und *Wintrich* gemachte Beobachtung, dass die Athmungsgrösse während der Schwangerschaft nicht geringer, in manchen Fallen selbst etwas grösser ist als nach der Entbindung, fand ich bestätigt. Die Er-

klärung dieser *a priori* auffallenden Thatsache, dass die Ausdehnung des Uterus und der Bauchhöhle während der Schwangerschaft keinen bemerkenswerthen Einfluss auf die vitale Capacität übt, kann in zwei Umständen gesucht werden, nämlich erstens darin, dass beim weiblichen Geschlechte die Ausdehnung der Athmungshöhle vorwiegend im oberen Abschnitt des Thorax geschieht[1], und zweitens darin, dass in Folge der Ausdehnung des Uterus zwar die Beweglichkeit des Zwergfells nach unten beschränkt, dagegen der quere und gerade Durchmesser der Basis der Brusthöhle vergrössert und mithin das Minus in der Verlängerung der Brusthöhle durch das Plus in der Erweiterung derselben an der Grundfläche beider Lungen zum Theil compensirt wird.

Was die Aenderungen der Athmungsgrösse durch Krankheiten betrifft, so wurde nach den Beobachtungen von *Simon* und *Fabius* und zum Theil nach denen von *Hutchinson*, *Schneevogt* und *Wintrich* der Einfluss der Tuberculose, der catarrhalischen, pneumonischen und pleuritischen Affectionen, des Lungenemphysems, des Asthma, der einseitigen Lähmungszustände des Thorax, der Herzleiden, der abweichenden Formen des Thorax, der Bauchwassersucht, der Leber- und Milzhypertrophien sowie allgemeiner Körperschwäche und dyscrasischer Zustände auf die Lungencapacität einer näheren Prüfung mit Rücksicht auf das Verhältniss derselben zu den drei Hauptfactoren, der Körperhöhe, dem Brustumfang und der Brustbeweglichkeit unterworfen. Es ergab sich hierbei:

1) dass die vitale Capacität der Lungen am beträchtlichsten vermindert wird durch die Tuberculose und zwar um 10 — 50 Proc. bei geringerer, um 50 — 85 Proc. bei grösserer Ausdehnung der pathologischen Veränderungen, ferner durch Ergüsse in die Plaurasäcke und das Emphysem (um 10 — 50 Proc.), in geringerem Grade (um 10 — 30 Proc.) durch chronische Bronchitis, Asthma, Scoliose und Paralyse der Athemmuskeln, am mindesten durch Ascites, Leber- und Milzhypertrophien und leichte Catarrhe, sowie diejenigen dyscrasischen Zustände, welche eine allgemeine Körperschwäche zu Folge haben;

2) dass die Athmungsgrösse bei der Tuberculose, bei pleuritischen Ergüssen und bei spastischen Leiden der Athmungswerkzeuge im Verhältniss zur Körperhöhe, zum Brustumfang und zur Brustbeweglichkeit verringert ist, beim Emphysem und in den paralytischen Affectionen dagegen sie sich nur im Verhältniss zur Höhe und zu dem Brustumfang vermindert zeigt, nicht aber im Verhältniss zu allen Factoren, d. h. nicht oder nur in geringem Grade vermindert, wenn man ausser der Körperhöhe und dem Brustumfang auch die verminderte Brustbeweglichkeit mit in Betracht zieht.

Durch die hier in möglichster Kürze mitgetheilten Ergebnisse meiner Nachforschungen über den Einfluss verschiedener körperlichen Verhältnisse und Zustände auf die Athmungsgrösse des Menschen sah ich mich zum Schlusse berechtigt, erstens dass die hauptsächlichsten und wichtigsten Factoren, welche bei der Bestimmung des physiologischen Mittels der vitalen Capacität einer Person berücksichtigt werden müssen, die Körperhöhe, der Brustumfang und die Brustbeweglichkeit sind; zweitens dass die übrigen Factoren, wie Alter, Lebensweise u. s. w., nur in denjenigen Fällen, in denen sie ihren Einfluss auf die Athmungsgrösse mehr oder weniger bemerkbar geltend machen, in Betracht gezogen werden können; drittens dass, da die drei wichtigsten Factoren veränderlich sind und je nach Individualitäten mehr oder weniger von einem mittleren Verhältnisse abweichen, die Berechnung des physiologischen Mittels der Athmungsgrösse einer Person keine mathematische Genauigkeit sondern nur eine approximative Bestimmung beanspruchen kann; viertens dass demungeachtet das Spirometer von grossem Werth für die Prüfung des Athmungsvermögens im gesunden und kranken Zustande des Menschen ist, weil wir mit Hülfe desselben im Stande sind, wenn wir die Körperhöhe, den Brustumfang und die Brustbeweglichkeit einer Person genau kennen und dabei noch Alter und Lebensweise berücksichtigen, anzugeben, welche vitale Capacität die Lungen dieser Person im normalen Zustande im Mittel besitzen und zwar in der grossen Mehrzahl der Fälle annährend bis auf 5 und 10 C. Z. oder 100 und 200 Ccm., sowie ob und in welchem

Grade kranke Menschen, namentlich solche, die an gewissen Lungenkrankheiten, wie Tuberculose und pleuritischen Exsudaten leiden, von dem physiologischen Mittel in ihrer Athmungsgrösse abweichen.

Das Spirometer hat demnach nicht blos einen rein wissenschaftlichen, sondern auch einen praktischen Werth. Letzterer betrifft, wie ich zeigte, die Diagnose, Prognose und Prophylaxis gewisser Krankheiten der Athmungsorgane, sowie die Anwendung bei Lebensversicherungsanstalten und Conscriptionspflichtigen. Die physikalischen Prüfungsmittel bei Lungenkrankheiten erhalten durch die Spirometrie eine Bereicherung und dies in sofern, als die Ergebnisse der Untersuchung mittelst jener durch das Spirometer bestätigt oder erläutert oder vervollständigt werden, und der Arzt in der Diagnose und Prognose der Tuberculose in manchen Fällen eine grössere Sicherheit erlangt und in prophylactischer Hinsicht das geeignete Verfahren zur rechten Zeit einzuleiten veranlasst sich sieht.

In welcher Weise man nach dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrungen das physiologische Mittel der Athmungsgrösse einer Person bestimmen kann, habe ich in dem 10. Kapitel meiner Schrift gezeigt. Um diese Bestimmung zu erleichtern, fertigte ich zwei Tabellen an, die eine für männliche, die andere für weibliche Individuen, welche das physiologische Mittel der Athmungsgrösse im Verhältniss zur Körperhöhe und zum Brustumfang in jedmöglicher Combination beider angeben.

Gegen das Verfahren, nach der Höhe des Körpers, dem Umfang und der Beweglichkeit der Brust das physiologische Mittel der Athmungsgrösse einer Person zu bestimmen, hat zuerst *Donders* *) und ihm folgend *Funke* **) Einsprache erhoben. Beide behaupten, dass der Brustumfang und die Brustbeweglichkeit wegen ihrer Veränderlichkeit bei Gesunden und ebenso wegen der durch

---

*) *Donders*, Zeitschr. für rationelle Medicin, 1853, S. 306, und Physiologie des Menschen. Leipzig 1856, S. 398.

**) *O. Funke*, Lehrbuch der speciellen Physiologie. Leipzig 1858, S. 371 ff.

Krankheiten bewirkten Veränderungen bei Kranken als Factoren bei der Berechnung nicht verwendet werden dürfen, dass man auf diesem Wege erfahre, wie gross die vitale Capacität einer Person ist, nicht aber wie gross sie sein soll, da ja auch der Umfang der Brust und deren Beweglichkeit krankhaft verändert sein können, dass desswegen nur Höhe, Alter und Gewicht nach *Hutchinson* in Rechnung gebracht werden dürfen.

Durch die im 4., 5. und 11. Kapitel meiner Schrift mitgetheilten Beobachtungen habe ich bewiesen, erstens dass bei Gesunden der Brustumfang und die Brustbeweglichkeit, obgleich veränderliche Factoren, doch mindestens ebenso werthvoll für die Bestimmung des physiologischen Mittels der Athmungsgrösse einer Person sind, wie die Körperhöhe, welche nach Individualitäten ebenso beträchtliche Abweichungen zeigt, wie Umfang und Beweglichkeit der Brust; zweitens dass gerade in denjenigen Krankheiten, in denen die Spirometrie eine Anwendung findet, wie in der Tuberculose, die Athmungsgrösse im Verhältniss zu allen drei Factoren, zur Körperhöhe, dem Umfang und der Beweglichkeit der Brust, verringert ist, was seinen Grund ohne Zweifel darin hat, dass die Verminderung des Umfangs und der Beweglichkeit der Brust in Folge tuberculosen Lungenschwunds besonders die obere Region des Thorax betrifft, an der die Messung zum Behuf der Bestimmung der physiologischen Athmungsgrösse nicht vorgenommen wird.

Die von mir angegebene Methode, welche bei der Bestimmung des physiologischen Mittels der Athmungsgrösse einer Person die drei wichtigsten Factoren und deren Werthe, soweit diese sich nach den bisherigen Beobachtungen feststellen liessen, berücksichtigt, muss diesemnach entschieden einen höheren wissenschaftlichen Werth und eine grössere praktische Brauchbarkeit haben, als das Verfahren von *Hutchinson*, welches nach meiner Ueberzeugung weder bei Gesunden noch bei Kranken mit Erfolg anwendbar ist, weil von drei körperlichen Verhältnissen, welche den grössten Einfluss auf die vitale Capacität eines Menschen besitzen, nur das eine, die Körperhöhe, dabei in Betracht gezogen wird, das Gewicht aber, wie

ich nachwies, keinen Werth hat und der Einfluss des Alters bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse nicht genau bestimmt werden kann.

Meine Nachweisungen über das Verhältniss der Athmungsgrösse zu bestimmten constitutionellen Zuständen des Thorax, wie wir sie in dem so verschiedenen Verhalten der Höhe, des Umfangs und der Beweglichkeit der Brust einzelner Personen treffen, und die durch Alter, Lebens- und Beschäftigungsweise und das Geschlecht mehr oder weniger modificirt werden, wurden von *Donders* und *O. Funke* entweder nicht verstanden oder nur theilweise gelesen. *Funke* hat jedenfalls durch seine Bemerkungen bewiesen, dass er in der Lehre von der Spirometrie weder die nöthigen Kenntnisse, noch ein maassgebendes Urtheil besitzt; denn Jeder, der nur obenhin mit der Spirometrie bekannt ist, weiss, dass die Unterbringung aller Handwerker in eine Klasse, ebenso der Mitglieder der Polizeimannschaft nicht von mir, sondern von *Hutchinson* geschah, und Jeder, der nur einen flüchtigen Blick in das 7. Kapitel meiner Schrift wirft, sieht sogleich, dass ich die Zusammenstellung der Athmungsgrössen verschiedener Stände oder Menschenklassen, wie sie *Hutchinson* nannte, nur machte, um zu sehen, welchen Einfluss die Lebensweise, d. h. Aufenthalt und Beschäftigung im Freien und Menge der Nahrung, auf das Athmungsvermögen des Menschen haben. — Aus dem 12. Kapitel meiner Schrift „über den Werth der Spirometrie“ geht hervor, dass ich auf die von mir angegebene Methode der Bestimmung des physiologischen Mittels der Athmungsgrösse kein grösseres Gewicht legte, als sie nach den vorliegenden Thatsachen beanspruchen kann; denn ich erklärte S. 151 und 156 ausdrücklich, dass, da die drei wichtigsten Factoren veränderlich sind und je nach Individualitäten sehr grosse Abweichungen von einem mittleren Verhältnisse zeigen, natürlich auch die Berechnung des physiologischen Mittels der Athmungsgrösse einer Person keine mathematische Genauigkeit, sondern nur eine approximative Bestimmung beanspruchen kann, dass man im Stande sei, auf dem von mir bezeichneten Wege die vitale Capacität einer gesunden Person in den meisten Fällen an-

nähernd bis auf 5 und 10 C. Z. anzugeben und dass wir endlich bei gewissen Localaffectionen der Lungen, wozu vor allen die Tuberculose gehört, zu ermitteln vermögen, in welchem Grade die Athmungsgrösse von dem physiologischen Mittel abweicht. — Zu diesem Ausspruche, der auch jetzt noch, d. h. nachdem ich seit dem Jahr 1855 wiederholt spirometrische Beobachtungen mit Rücksicht auf die drei wichtigsten Factoren angestellt habe, meine Ueberzeugung ausdrückt, muss ich den Wunsch beifügen, es möchte ein Kliniker, dem das nöthige Material und ein gutes Instrument zu Gebote steht, mit Rücksicht auf Körperhöhe, Brustumfang und Brustbeweglichkeit u. s. w., die Veränderungen prüfen, die die vitale Capacität der Lungen je nach den Graden und Arten der Tuberculose und anderer Krankheiten der Respirationsorgane erfährt, um nachzuweisen, ob das Spirometer eine Brauchbarkeit in der Praxis besitzt oder nicht, und welche.

6) *Ueber die Wirkung der Brustmuskeln bei der Athmung.*

Es sind besonders zwei Punkte in der Lehre von der Verrichtung der Athemmuskeln, über die sich die Physiologen in ihren Ansichten noch nicht geeiniget haben. Sie betreffen erstens den Antheil der äusseren Brustmuskeln, namentlich des grossen Sägemuskels an dem Respirationsmechanismus, und zweitens die Wirkung der äusseren und inneren Intercostalmuskeln.

Ueber die Brustmuskeln, namentlich den grossen Sägemuskel, sind die Meinungen, wie bekannt, in sofern getheilt, als Einige diese Muskeln und besonders den letzteren als solche bezeichnen, welche beim tiefen und angestrengten Einathmen wesentlich mitwirken, während Andere sie nur als Hülfsmuskeln bei der Athmung betrachten oder ihre Betheiligung an dem Respirationsmechanismus ganz in Abrede stellen. — Ueber die Function der Intercostalmuskeln haben sich in der neueren Zeit mehrere Physiologen zu Gunsten der *Hamberger*'schen Ansicht, welche durch *Halle* bekämpft wurde und widerlegt schien, erklärt und demnach die äusseren Intercostalmuskeln als In- und die inneren als Exspiratoren bezeichnet.

Die historische Erörterung dieses Gegenstandes und die Kritik der verschiedenen Meinungen gehören nicht hierher. Die in Frage stehenden Punkte habe ich hier nur vom experimentellen Standpunkte aus zu prüfen und anzugeben, welches Verfahren ich bei den Experimenten hierüber, die an Hunden und Kaninchen angestellt wurden, eingeschlagen habe.

Zuerst wurde durch einen Längsschnitt die Haut vom oberen bis zum unteren Ende des Brustbeins getrennt und dann von den Brustmuskeln beiderseits abgelöst, hierauf der grosse und nach diesem der kleine Brustmuskel in der Mitte zwischen Ursprung und Ansatz durchschnitten, zuletzt der grosse Sägemuskel getrennt und von den Rippen entfernt. Beim ruhigen Athmen des Thiers, wie dies selbst nach diesem operativen Eingriff meistens bei Kaninchen statt findet, sieht man jetzt nur eine schwache Bewegung an den wahren Rippen. Um eine starke und messbare Bewegung dieser hervorzurufen, wird der eine Pleurasack durch einen Einstich in einen Intercostalraum eröffnet. Augenblicklich tritt in sehr vollkommenem Grade die Bewegung der wahren Rippen ein, während vorher nur die Bauchrippen eine deutliche Bewegung erkennen liessen. Das Brustbein und die 1. Rippe bleiben aber unter diesen Umständen meistens ruhig. Beabsichtigt man auch die Veränderungen des Thorax und die Wirkung der Muskeln bei sehr angestrengtem und mühevollem Athmen zu studiren, so muss man auch den anderen Pleurasack durch einen Einstich eröffnen, in Folge dessen auch die 1. Rippe und das Brustbein bei einer möglichst tiefen Inspiration bewegt werden. — Um den Grad und die Art der Bewegung der Rippen und des Brustbeins gehörig zu ermitteln, befestigt man Stecknadeln mit den Spitzen an denjenigen Punkten, deren Bewegungen man genauer zu untersuchen beabsichtigt.

An Hunden kann man, jedoch mit einem nicht so sichern Erfolg, den Versuch auch in folgender Weise anstellen: Einem Hunde wird ein Schlag auf den vorderen Theil des Schädels versetzt. Das Thier wird, wenn man den Schlag in der richtigen Weise und in dem rechten Grade ausführt, betäubt, athmet aber noch fort

und macht in der Regel sehr tiefe inspiratorische Bewegungen. Es werden nun rasch die äusseren Brustmuskeln auf beiden Seiten von dem Brustkasten abgelöst und zugleich die dabei stark spritzenden Gefässe mit Schwämmchen durch einen Assistenten comprimirt. Vollführt das Thier nur schwache Athembewegungen mit den wahren Rippen, so wird ein Einstich in den einen Pleurasack gemacht, worauf in der Regel tiefe Inspirationen alsbald erfolgen.

Durch diese Versuche überzeugte ich mich vorerst davon, dass die Hebung der Rippen und die ballonartige Erweiterung des Thorax, dass die Gesammtbewegung der Brust beim gewöhnlichen, beim tiefen und selbst beim angestrengten Athmen ohne Mitwirkung der beiden Brustmuskeln und des grossen Sägemuskels in möglichst vollkommenem Grade geschieht, dass mithin diese Muskeln nicht nothwendig sind zum Vollführen des Mechanismus der Respiration und dass namentlich ohne den grossen Sägemuskel, den *C. Bell* für einen wesentlichen Inspirationsmuskel erklärte, die Einathmung und selbst die möglichst tiefe vollzogen wird. Ob dieser Muskel beim Athmen gar keine Wirkung auf die Rippen hat, oder aber unter Umständen auf alle oder einzelne Rippen, von denen er entspringt, bei der Inspiration oder Exspiration je nach seinen Portionen, wie *Cruveilhier*, *Theile* und *Coester* annehmen, zu wirken vermag, konnte ich durch's Experiment am Thier bisher nicht ermitteln, sondern es liess sich durch dieses nur soviel feststellen, dass die möglichst vollständige Erhebung der Rippen und ballonartige Erweiterung des Thorax ohne diesen Muskel geschieht. Für diese Ansicht, dass der grosse Sägemuskel und die beiden Brustmuskeln keinen wesentlichen Theil an dem Respirationsmechanismus nehmen, spricht auch eine Beobachtung, die ich in dem Freiburger academischen Krankenhause zu machen Gelegenheit hatte und welche einen jungen Mann betraf, der in Folge eines Falles von einem hohen Gerüste herab zwischen dem 6. und 7. Halswirbel eine Verletzung der Wirbelsäule mit einem Druck auf das Rückenmark in dieser Gegend erlitt. Die Inspiration geschah in diesem Falle nur durch das Zwerchfell, die Rippen wurden beim Einathmen nicht

gehoben, der Brustkasten nicht ballonartig erweitert. Die Haut der Brust- und Bauchwände sowie der unteren Glieder war ohne Empfindung, die Intercostalmuskeln, die Muskeln des Bauchs und die der unteren Extremitäten zeigten sich vollständig gelähmt, die Schultern und die Arme dagegen konnten nach jeder Richtung bewegt werden; die Brustmuskeln und der grosse Sägemuskel, welche ihre Nerven aus dem 5. und 6. Halsnerven empfangen, leisteten ihre Dienste vollkommen; trotzdem war keine Rippenhebung bei der Inspiration bemerkbar. (Siehe hierüber mein Handb. der Anat. B. I, S. 613.)

Was zweitens die Rippenbewegungen und die Wirkung der Intercostalmuskeln beim In- und Exspiriren betrifft, so erkannte ich bei meinen Experimenten Folgendes:

Beim gewöhnlichen und ruhigen Athmen (*respiratio diaphragmatica*) ist die Gesammtbewegung am unteren Theil des Thorax auffallender als an dem oberen. An den Brustrippen ist keine Bewegung oder nur eine schwache Hebung und Senkung bemerkbar, je nach dem Grad der In- und Exspiration; die Bauchrippen dagegen werden bei der Einathmung auswärts, bei der Ausathmung einwärts bewegt und zwar verschieden stark, je nach der Tiefe der Athemzüge. Die Auswärtsbewegung ist beim Kaninchen an der 10. bis 12. Rippe beträchtlicher wie an der 9. und 8., an der letzteren am schwächsten; bei Hunden an der 11. bis 13. Rippe stärker als an der 10. Sie wird bewirkt durch die Baucheingeweide, welche durch das bei der Inspiration abwärts steigende Zwerchfell nach aussen gedrängt werden und durch den Druck, den sie auf die Bauchrippen setzen, diese auswärts bewegen. Eröffnet man die Bauchhöhle, so dass die Baucheingeweide nach vorn und unten entweichen können, so bemerkt man an den Bauchrippen keine Auswärtsbewegung mehr, die untere Hälfte des Thorax bleibt ruhig, oder aber es werden mit jeder Inspiration die falschen Rippen und besonders die Zwischenräume derselben einwärts gezogen.

Bei der Rippenathmung (*respiratio costalis*), d. h. wenn ausser

dem Zwerchfell auch die Brustrippen wesentlichen Theil nehmen an der Athmung, werden bei Kaninchen die 2. bis 7., bei Hunden die 2. bis 9. R., somit alle wahren Rippen mit Ausnahme der 1. bei der Inspiration gehoben und bei der Exspiration gesenkt; die 1. Rippe aber und das Brustbein bleiben unbewegt, oder aber sie werden, wenn die Einathmung ziemlich tief ist, etwas bewegt und zwar das Brustbein vorwärts, die 1. Rippe auswärts, was, wie mir schien, durch die Ausdehnung der Lunge auf der Seite, an der der Pleurasack nicht eröffnet war, und nicht durch Muskeln bewirkt wurde. Eine Hebung und Senkung habe ich an der 1. Rippe bei der reinen Rippenathmung, d. h. wenn nicht zugleich das Brustbein aufwärts gehoben wurde, bisher an Thieren nicht wahrgenommen. Die 2. bis 7. Rippe bei Kaninchen, die 2. bis 9. bei Hunden liessen bei der Hebung und Senkung ihre Bewegung am deutlichsten am vorderen Ende des knöchernen Theils erkennen.

Der Grad der Hebung nahm beim Kaninchen von der 2. bis 4. Rippe zu und von dieser bis zur 7. ab; sie erschien am schwächsten an der letzten wahren Rippe. Nach den Messungen beim Kaninchen am vorderen Ende der Rippenkörper betrug die Hebung, wenn die Rippenathmung eine mässige war, an der 2. Rippe 1 bis 1¼ Mm., an der 3. 1½ bis 1¾ Mm., an der 4. 2 Mm., an der 5. 1½ Mm., an der 6. 1 Mm., an der 7. ½ bis ¾ Mm. Bei tiefer Einathmung erreichte die Hebung an der 3. Rippe 3½ Mm., an der 4. 4 Mm., an der 5. 3 Mm., an der 6. und 7. an jeder 2 Mm. Bei einem Hunde von mittlerer Grösse, bei dem ich an dem vorderen Ende der 3., 5., 7. und 9. Rippe die Bewegungen maass, betrug die Hebung je nach der Tiefe der Rippenathmung 15 bis 18 Mm. an der 3., 18 — 22 Mm. an der 5., 15 — 18 Mm. an der 7., 6 — 10 Mm. an der 9. Rippe. Sie nahm hier von der 2. bis 5. Rippe zu und von der 6. bis 9. ab.

Mit jeder Einathmung wurde der untere Rand der wahren Rippen nach aussen gedreht, der Raum zwischen den unteren wahren Rippen erweitert und der zwischen den oberen verschmälert. Am auffallendsten war beim Kaninchen das Breiter-

werden des 6. Intercostalraums; der 5. bis 3. erweiterten sich nur in geringerem Grade bei der Einathmung; der 1. wurde sichtbar schmäler, indem sich mit jeder Inspiration die 2. Rippe der 1. näherte. — Bei Hunden wurden mit jeder Einathmung die 3 oberen Intercostalräume sicht- und fühlbar schmäler, am auffallendsten jedoch der 1.; der 4. und 5. Zwischenrippenraum liessen am vorderen Ende der Rippen eine geringe Erweiterung erkennen; der 6. bis 8. Intercostalraum und besonders der letztere wurden mit jeder Einathmung auffallend breiter und zwar im Verhältniss zur Tiefe der Inspiration.

Die Bauchrippen wurden bei der reinen Rippenathmung je nach der Tiefe der Inspiration nur sehr schwach gehoben, dagegen merklich auswärts bewegt und zwar am stärksten die drei letzten Rippen, am schwächsten die 8. beim Kaninchen, die 10. beim Hund. Diese Bewegung ist bei der Rippenathmung noch deutlicher wie bei der Zwerchfellathmung.

Bei jeder Hebung der wahren Rippen contrahirten sich nicht blos die äusseren, sondern auch die inneren Intercostalmuskeln. Die Contraction der letzten war am deutlichsten an den Muskeln zwischen den Rippenknorpeln. Mit jeder Senkung der Rippen erschlafften die Muskeln und es kehrten die Rippen in die Lage zurück, die sie vor der Inspiration eingenommen hatten; dies ist auch in der Regel mit dem gesammten Thorax der Fall, wenn er selbst gewaltsam gehoben wurde. Nur bei einer starken Expirationspressung, wie ich sie einigemal bei Hunden sah, werden die Rippen noch weiter herabgeführt und die unteren und mittleren Intercostalräume noch mehr einander genähert, als dies im Momente der Exspiration in der Regel der Fall ist. Es wird dann auch die Athmungshöhle in dem Grade verengert, dass durch einen Einschnitt in den Pleurasack von den Lungen ein Theil herausgetrieben wird. Die Zwischenrippenmuskeln scheinen demnach als Ansathmungsmuskeln nur bei einer tiefen und gewaltsamen Exspiration zu wirken. Eine Messung der einzelnen Intercostalräume und eine genauere Untersuchung des Verhaltens der Intercostalmuskeln hierbei konnte ich nicht vornehmen,

da die Thiere zu unruhig und die Athmungsbewegungen zu stürmisch waren.

Bei einer sehr tiefen Inspiration, d. i. wenn ausser den Rippen auch das Brustbein mitwirkt (*respiratio sternalis*), nimmt man sehr deutlich auch an diesem und der 1. Rippe ein Hebung wahr. Das Brustbein wird auf- und vorwärts, die 1. Rippe auf- und auswärts bewegt. Dies ist jedoch nur dann der Fall, wenn der *M. sternocleidomastoideus* und die *Mm. scaleni* in ihren Ansatzpunkten unverletzt sind. Trennt man diese, so werden Brustbein und 1. Rippe nicht gehoben, die Rippenathmung, d. h. die Hebung der wahren Rippen wird aber fortan vollzogen; die Trennung dieser Muskeln hat demnach den Verlust der Beweglichkeit des Thorax nicht zur Folge.

Das Experiment am lebenden Thiere beweist mithin, dass die respiratorischen Bewegungen des Thorax in jeder Art und in vollkommenstem Grade vollzogen werden können ohne Mitwirkung der äusseren Brustmuskeln, dass in Folge der Contraction des Zwerchfells bei geschlossener Bauchhöhle der unterste Theil der Brust erweitert wird und dass diese Erweiterung nicht direct durch Muskeln, sondern durch die Wirkung der Baucheingeweide, die durch das Zwerchfell nach unten und aussen gedrängt werden, geschieht, dass bei der Rippenathmung die 1. Rippe der Ausgangspunkt der Hebewirkungen der Intercostalmuskeln ist, indem sie gewissermaassen eine feste Achse abgibt, nach der die übrigen Rippen bei der Einathmung geführt werden, dass das Brustbein bei der reinen Rippenathmung nicht mit den Rippen gehoben wird, sondern gleich der 1. Rippe in der Regel unbeweglich bleibt, dass demnach die wahren Rippen bei der Hebung und Senkung eine rotirende Bewegung an ihrem Vertebral- und Sternal-Ende vollführen müssen, dass die äusseren und inneren Intercostalmuskeln gleichzeitig thätig sind und nicht unabhängig von einander wirken, dass sie beide in der Regel als Inspiratoren wirken, da der Thorax auch nach einer beträchtlichen Hebung der Rippen von selbst in die Lage zurückkehrt, die er vor der Inspiration einnahm, dass die Intercostalmuskeln nur bei

einer gewaltsamen Ausathmung als Exspiratoren mitwirken, dass das Brustbein mit der 1. Rippe durch den Kopfnicker und die Rippenhalter, nicht aber zugleich mit den übrigen wahren Rippen durch die Intercostalmuskeln gehoben wird.

Die Bewegung der Rippen und die Wirkung der Intercostalmuskeln erfolgen im lebenden Thiere entschieden nicht in der Weise, wie dies *Hamberger* sich vorstellte und neuerdings wieder von Mehreren gelehrt wird. Soviel mir bekannt, hat in der neueren Zeit zuerst *Hutchinson* *) die Wirkung der Intercostalmuskeln auf die Rippen mit der Wirkung einer schiefen Kraft auf parallele Stangen, welche an einer Achse so befestigt sind, dass ihre freie Drehung gleich Radien um einen Mittelpunkt möglich ist, verglichen. Die Wirkung eines Intercostalmuskels ist nach ihm daher die, dass er die entsprechende Rippe gegen die feste Achse, d. h. entweder gegen den Kopf der nächst höheren Rippe oder gegen das Brustbein, je nach der Richtung der Muskelfasern gegen diese Achse zieht. Die äusseren Intercostalmuskeln müssen also durch ihre Thätigkeit jede Rippe aufwärtsziehen. Was die inneren Intercostalmuskeln betrifft, so ist es nach der Annahme von *Hutchinson* möglich, obgleich sie in entgegengesetzter Richtung verlaufen, dass auch sie gemeinschaftlich mit den äusseren die Rippen heben, weil ihr Befestigungspunkt ein entgegengesetzter (das Brustbein statt der Wirbel) sei.

Der Anschauungsweise von *Hutchinson* in Betreff der Bewegung der Rippen trat *Donders* **) bei und folgerte weiter, dass nicht blos durch die äusseren Intercostalmuskeln die Rippen gehoben werden und zwar ganz unabhängig von einer Feststellung der obersten Rippen durch die *Scaleni* oder auf sonst eine Weise, sondern dass auch die inneren Intercostalmuskeln als Herabzieher und Senker der Rippen wirken müssen. — Ebenso hat auch

---

*) *J. Hutchinson*, von der Capacität der Lungen und von den Athmungsfunctionen. Braunschweig 1849, S. 85 ff.

**) *F. C. Donders*, Physiologie des Menschen. Leipzig 1856, B. I, S. 389 ff.

Ludwig *) die Wirkung der äusseren und inneren Intercostalmuskeln nach der *Hamberger*'schen Lehre als ihre wahre Leistung erklärt, trotzdem sie immer noch bestritten werde.

Ich behalte mir vor in einer besonderen Abhandlung nachzuweisen, dass die *Hamberger*'sche Lehre nicht blos, wie ich hier zeigte, in Widerspruch steht mit den Ergebnissen der Experimente an Thieren, sondern dass sie auch keine Stütze findet in dem Bau des Thorax, weil die Sätze, von denen diese Lehre ausgeht, auf die Bewegung der wahren Rippen wegen deren Einrichtung und Verbindung mit dem Brustbein nicht angewendet werden dürfen.

Die Ergebnisse, mehrerer anderen Untersuchungen, die seit 1853 im Laboratorium vorgenommen wurden, namentlich erstens über die Zeit, in der Amylon durch den Mundspeichel in Zucker umgewandelt wird, zweitens über die Zeit, in der ein Gift bei aufgehobenem Blutlaufe in einer Extremität durch diese resorbirt wird, drittens über die antiperistaltischen Bewegungen am Magen und Darm beim Erbrechen, viertens über den Einfluss des Vagus auf die Excretion des Inhalts der Magendrüsen, fünftens über die Function der Vierhügel, waren zur Aufnahme in diesen Bericht bestimmt und wurden zu diesem Behufe auch verarbeitet. Da ich jedoch den Raum dieser Schrift nicht weiter ausdehnen möchte, so behalte ich mir vor dieselben anderwärts in Bälde mitzutheilen.

---

*) *C. Ludwig*, Lehrbuch der Physiologie des Menschen 1856, B. II, S. 308 ff.

Erklärung der Abbildungen.

Erste Tafel.

Figur 1 bis 3. Apparat zum Auffangen des Magensafts und Chymificats bei Hunden mit einer Magenfistel in natürlicher Grösse.

Figur 1. Canüle, welche in die Fistelöffnung zu liegen kommt, mit dem Stöpsel zum Verschluss der Canüle im Durchschnitt.

a. Innere, b. äussere Platte der Canüle; c. Haken von Neusilber, durch welchen die Platte des Stöpsels (d) an die äussere Platte der Canüle fest angeschlossen wird.

Figur 2. Canüle mit der zum Auffangen des Chymificats oder Magensafts bestimmten Röhre von Neusilber.

a. Canüle, welche in die Fistelöffnung zu liegen kommt; b. der in die Magenhöhle hineinragende und siebförmig durchbrochene Theil der Röhre; c. äusseres über die Canüle vorspringendes, mit zwei Platten versehenes Ende der Röhre; d. die eine Platte, von dem Umfange der äussern Platte der Canüle, trägt einen Haken (e), um den Apparat an diese zu befestigen; f. die andere Platte ist bestimmt den Schlauch zu tragen; g. eine Feder, welche die beiden Hälften der Röhre zusammenhält, wie dies die folgende Figur zeigt.

Figur 3. Der ganze Apparat mit dem Schlauch im Durchschnitt.

a. Canüle; b. innere, c. äussere Hälfte der Röhre; d. Feder, welche beide zusammenhält; e. die eine Platte der Röhre, welche durch den Haken (f) an die äussere Platte der Canüle befestigt wird; g. die zweite Platte, welche den Schlauch (h) trägt, in dem das Chymificat oder der Magensaft gesammelt und durch einen Kork (i) verschlossen wird.

Figur 4 und 5. Apparat zum Auffangen der Galle bei Hunden mit einer Gallenblasenfistel.

Figur 4. Der ganze Apparat in natürlicher Grösse für einen Hund von 10 bis 18 Kilo.

a. Inneres becherförmiges Ende der Canüle, welches in die Höhle der Gallenblase zu liegen kommt; b. mittlerer Theil derselben; c. äussere Platte, welche in Rücksicht auf die Richtung des Fistelkanals eine schräge Stellung hat; d. Schraubengang am äusseren Ende der Canüle; e. Schraubenmutter, welche den hier in verkleinertem Maassstab gezeichneten Schlauch (f) zum Auffangen der Galle trägt; g. Kork zum Verschluss des Schlauchs. Beide letztere im Durchschnitt.

Figur 5. Schraubenmutter mit der mittleren weiten Oeffnung für die Schraubenwindung am äusseren Ende der Canüle und den vier capillaren Oeffnungen im Umfange jener für den Austritt der Luft aus dem Schlauch, von der oberen Fläche aus gesehen.

Zweite Tafel.

Die beiden auf Seite 22 ff. beschriebenen Recipienten in der Hälfte der natürlichen Grösse.

Figur 1. Der erste Recipient im Durchschnitt.

a. Gläserne Glocke; b. Deckel von Messing, in welchen der Hals der Glocke luftdicht eingekittet ist; c. Vorsprung des Deckels mit zwei Höhlungen für die beiden Stopfbüchsen (d); in letzteren befinden sich die Stifte von Messing (e), welche an ihrem äusseren Ende mit einem Knopf (f) versehen sind und an ihrem inneren Ende gebogene Nadeln (g) tragen; h. Oeffnungen zum Einführen der Drähte eines Inductionsapparats.

Figur 2. Der zweite Recipient von der Seite.

a. und b. wie in der vorhergehenden Figur; c. zwei Vorsprünge des Deckels, welche die Stopfbüchsen einschliessen; d. Eudiometer mit einer Fassung von Stahl (e) und einem besonderen stählernen Hahnenstück.

Dritte Tafel.

Diffusionsapparat für Gase in der Hälfte der natürlichen Grösse.

Figur 1 zeigt diesen Apparat von vorn.

a. Brett, auf welchem die beiden Füsse (b) für die Buchsbaumbecher (c) in einem bestimmten Abstande befestigt sind. Der eine Fuss ist im senkrechten Durchschnitt gezeichnet, um die Schraube (d) sichtbar zu machen, welche an der Scheibe (e) sich befindet, die den Becher trägt und durch die letzterer nach Belieben höher und niederer gestellt werden kann. Gleich dem Fuss ist auch der Becher derselben Seite im Durchschnitt dargestellt. f. Oberer weiterer Theil des Bechers; g. eiserner Reif um denselben; h. Stange von Stahl in dem Brett, auf dem die Füsse ruhen, befestigt; i. die Klammen des zweiarmigen Trägers für die Eudiometer (k); l. der kleinere, m. der grössere den Hahnen tragende Theil des stählernen Zwischenstücks der beiden Eudiometer; n. die eine der Schrauben, durch welche die beiden Hälften, zwischen welche die Membran zu liegen kommt, fest aneinandergeschraubt werden; o. Hahn.

Figur 2 stellt den oberen Theil des Stativs von der Seite dar.

a. Stange des Stativs; b. zweiarmiger Träger, der in der Stange auf- und abwärts geschoben werden kann; c. mit Kork gefütterte Klammen, die durch eine Schraube (d) geöffnet und geschlossen werden können.

Vierte Tafel.

Diffusionsapparat I in der Hälfte der natürlichen Grösse.

a. Zwei mit Tubulaturen (b) versehene Glasröhren; c. Kautschukschlauch; d. Uförmig gebogenes Verbindungsstück beider Röhren; e. dreieckiges Brett mit drei Stellschrauben (f) und einer senkrechten Stange von Messing (g); h. unterer, i. oberer Halter. Beide bestehen aus zwei Theilen, einem vorderen (k) und einem hinteren (l), die durch eine Schraube (m) zusammen-

gehalten werden und da, wo sie die Röhre umfassen, mit Kautschuk gefüttert sind; n. verschiebbare und durch eine Schraube an der hinteren Seite an der senkrechten Stange festzustellende Hülsen der beiden Halter; o. Schliesspincette von Stahl; p. Schraube, durch welche die Pincette geöffnet und geschlossen werden kann; q. Hülse, um die Pincette in der Stange zu verschieben. Durch eine Schraube an der hinteren Seite kann diese Hülse, gleich denen der beiden Träger an der senkrechten Stange, festgestellt werden.

Fünfte Tafel.

Diffusionsapparat II in ⅓ der natürlichen Grösse.

Figur 1. Derselbe von der Seite.

a. Salzgefäss; b. Tubulatur desselben; c. messingene Fassung des Salzgefässes, welche durch drei Schrauben, von denen zwei (d) sichtbar sind, an dem Boden des Wassergefässes angeschraubt wird; e. Wassergefäss; f. dessen Boden, in dem sich durch metallene Hülsen 9 senkrecht stehende Glasröhren befinden, von denen drei (g) sichtbar sind; h. Kautschukschläuche mit Quetschhähnen; i. die beiden metallenen Stäbe zur Leitung des Deckels vom Salzgefäss; k. drei Füsse, auf denen der Apparat ruht; l. drei eiserne Stäbe, welche an ihrem oberen Ende mit Schraubenwindungen und Schraubenmuttern (m) versehen sind, um den Deckel des Wassergefässes fest an das cylindrische Glas und dieses an den Boden anzuschliessen; n. Deckel des Wassergefässes; o. drehbarer Griff, welcher nach unten in eine Schraubenwindung (p) ausläuft; q. mit einer Schraubenmutter an ihrem oberen Ende versehene Stange, welche unten den Deckel (r) des Salzgefässes trägt. Letzterer wird durch Drehung am Griff auf- und abbewegt.

Figur 2 zeigt den Boden des Wassergefässes im Grundriss in ⅓ der natürlichen Grösse.

a. Mittlere Oeffnung, durch welche das Salzgefäss mit dem Wassergefäss in Communication gesetzt wird; b. Oeffnungen im Umfang des Bodens, in welche durch metallene Hülsen senkrecht stehende Glasröhren in regelmässigen Abständen eingelassen sind.

Anmerkung. In der Zeichnung sind 8 statt 9 Oeffnungen angegeben.

Sechste Tafel.

Endosmometer II in ⅓ der natürlichen Grösse.

A. Diffusionsapparat II, welcher auf der vorigen Tafel dargestellt und bezeichnet ist.

B. Regulator zu diesem Apparat, wenn man das Salzgefäss vom Wassergefäss durch eine Membran trennt.

a. Gusseiserner mit Stellschrauben (b) versehener Fuss, welcher drei eiserne Stäbe trägt. Auf dem vorderen Stab (c) ruhen in messingenen Fassungen (d) zwei gläserne Cylinder (e), von denen nur der eine sichtbar ist. Beide communiciren durch einen elastischen Schlauch (f) mit dem Wasserbehälter des Endosmometers mittelst der Röhre, die am Boden des Wasser-

gefässes mündet; g. der zweite eiserne Stab trägt mittelst einer messingenen Hülse und zwei Achsen (h) den Waagebalken (i). An dem vorderen Ende des letzteren (k) ist oben eine seidene Schnur (l) befestigt, welche den Schwimmer trägt, der aus einem messingenen, in zwei mit Gewichten versehenen Aerme auslaufenden Stäbchen (m) und aus zwei gläsernen Hohlgefässen (n) besteht, von welchen letzteren nur das eine sichtbar ist (o). Am hinteren Ende des Waagebalkens ist das Gegengewicht (p) an einer seidenen Schnur (q) angebracht. r. Der dritte eiserne rechtwinkelig gebogene Stab ist am untern Ende des zweiten Stabs eingefügt; s. Hülse mit Achsen an dem oberen Ende des dritten Stabs; t. messingene, in den Achsen der Hülse sich bewegende Fassung der Abflussröhre (u), welche an ihrem hinteren Ende durch einen elastischen Schlauch (v) mit dem Salzgefäss in Verbindung steht; w. messingener Draht, der die Abflussröhre trägt und durch ein Schräubchen (x) seitlich am vorderen Theil des Waagebalkens befestigt ist, um die Mündung der Abflussröhre höher und niederer stellen zu können.

Siebente Tafel.

Zugkraftmesser in $1/6$ der natürlichen Grösse.

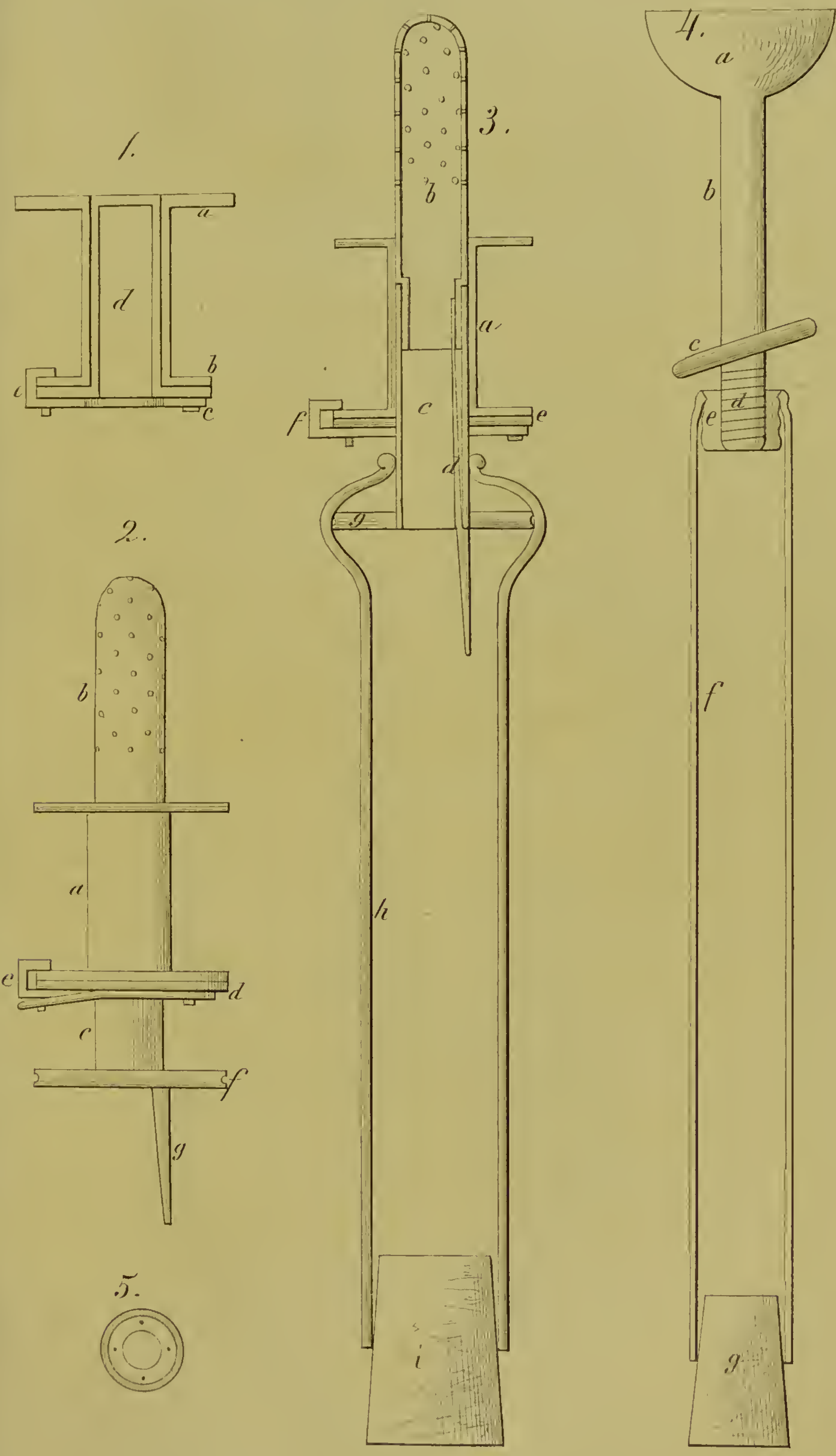
Figur 1 zeigt das Instrument von vorn, Figur 2 von der Seite: a. Gewichtshebel; b. Gewicht am unteren Ende desselben; c. Achse des Gewichtshebels; d. eiserne Stäbe, in welchen die Achse ruht; e. grösseres gezahntes Rad, dessen Mittelpunkt in der Achse befestigt ist; f. kleineres Rad, durch das der Zeiger (g) bewegt wird, und welches in das grössere eingreift; h. brückenartige Verbindung der beiden senkrechten Stangen; i. Zughebel mit Einschnitten versehen zum Einsetzen des Griffs (k); l. Gradbogen; m. Brett, auf dem der ganze Apparat ruht und auf das die Person tritt, deren Zugkraft geprüft werden soll.

Druckfehler.

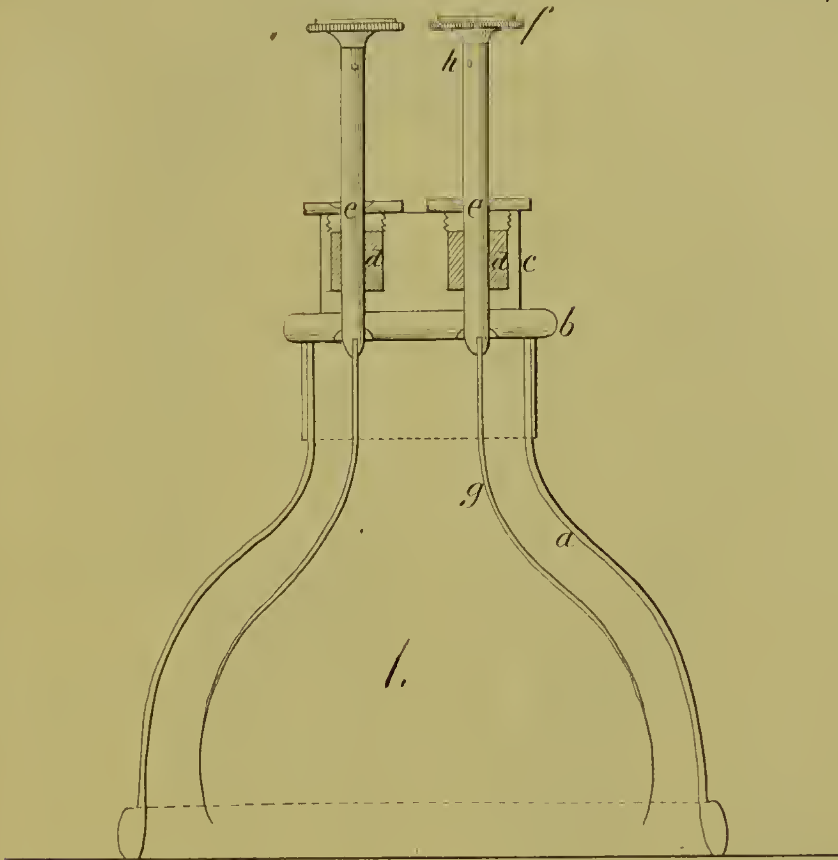
S. 68, Z. 3 von unten, und S. 141, Z. 8 von oben lies: Zwerchfells statt Zwergfells.
S. 110, Z. 2 von unten lies: hatte statt hat.
S. 117, Z. 8 von oben lies: welcher statt welche.

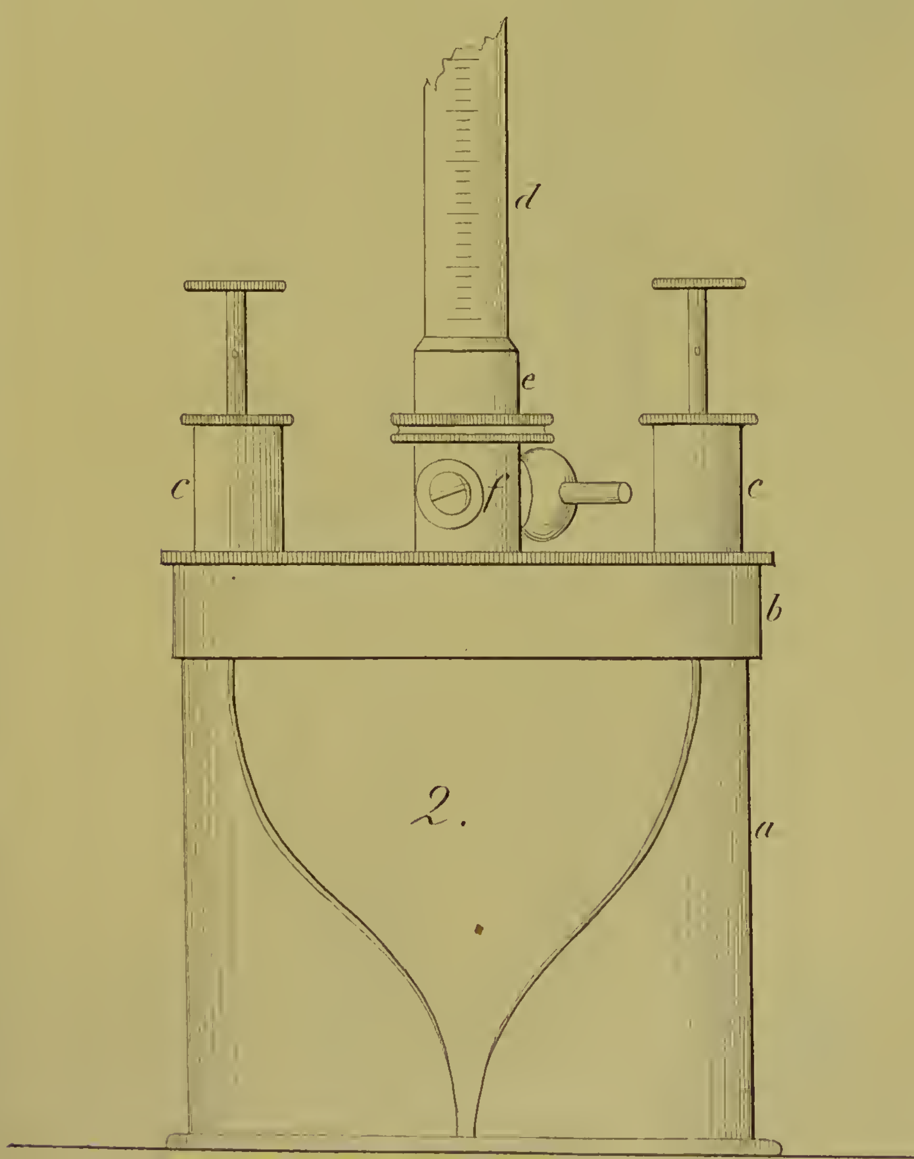
Inhaltsanzeige.

Druck von N. Adlon in Heidelberg.

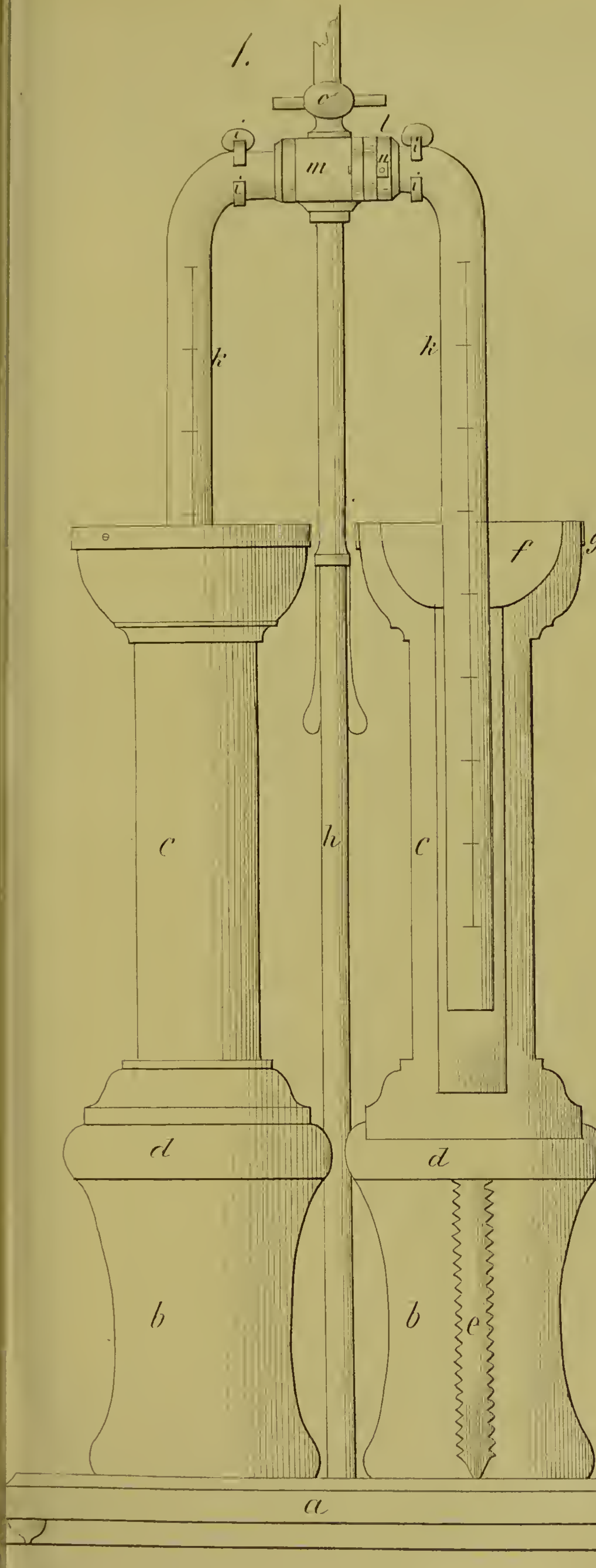

1.
a
d
b
c
c
2.
b
a
e
d
c
f
g
3.
b
a
c
e
f
d
g
h
i
4.
a
b
c
d
e
f
g
5.

Taf. II.

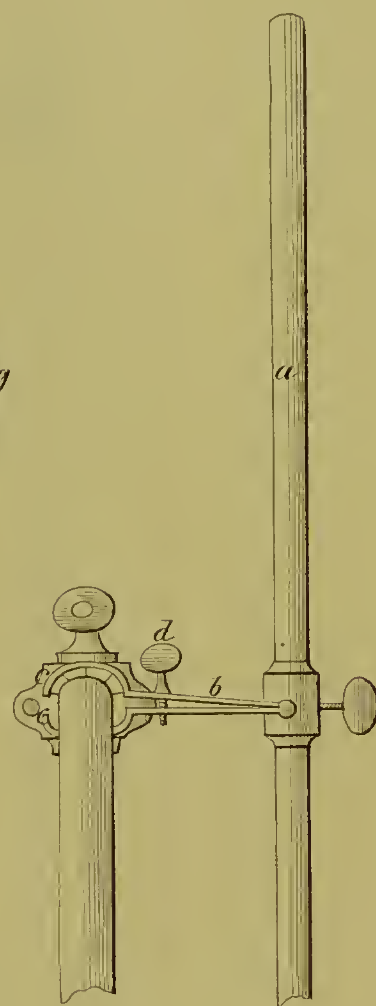


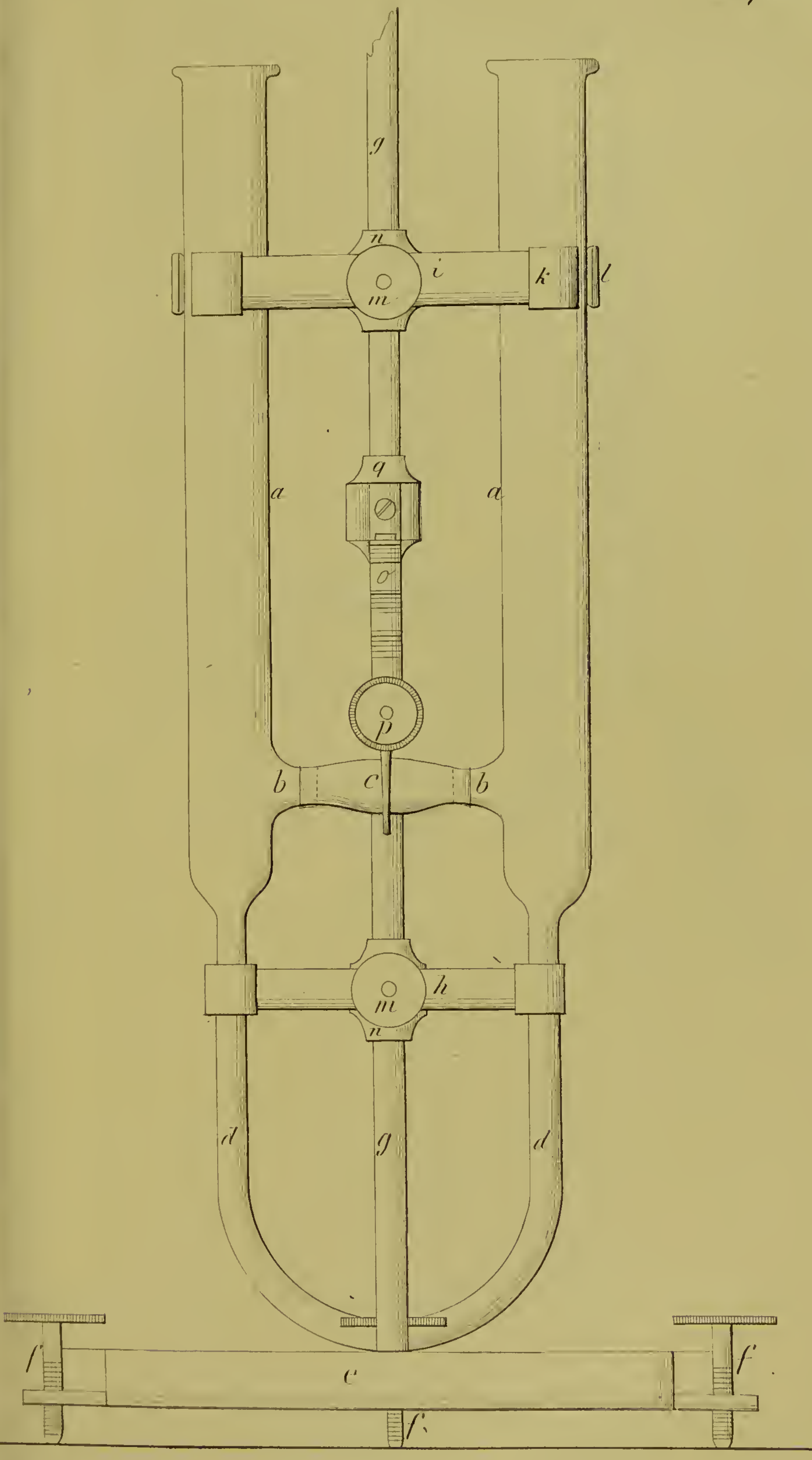


1.



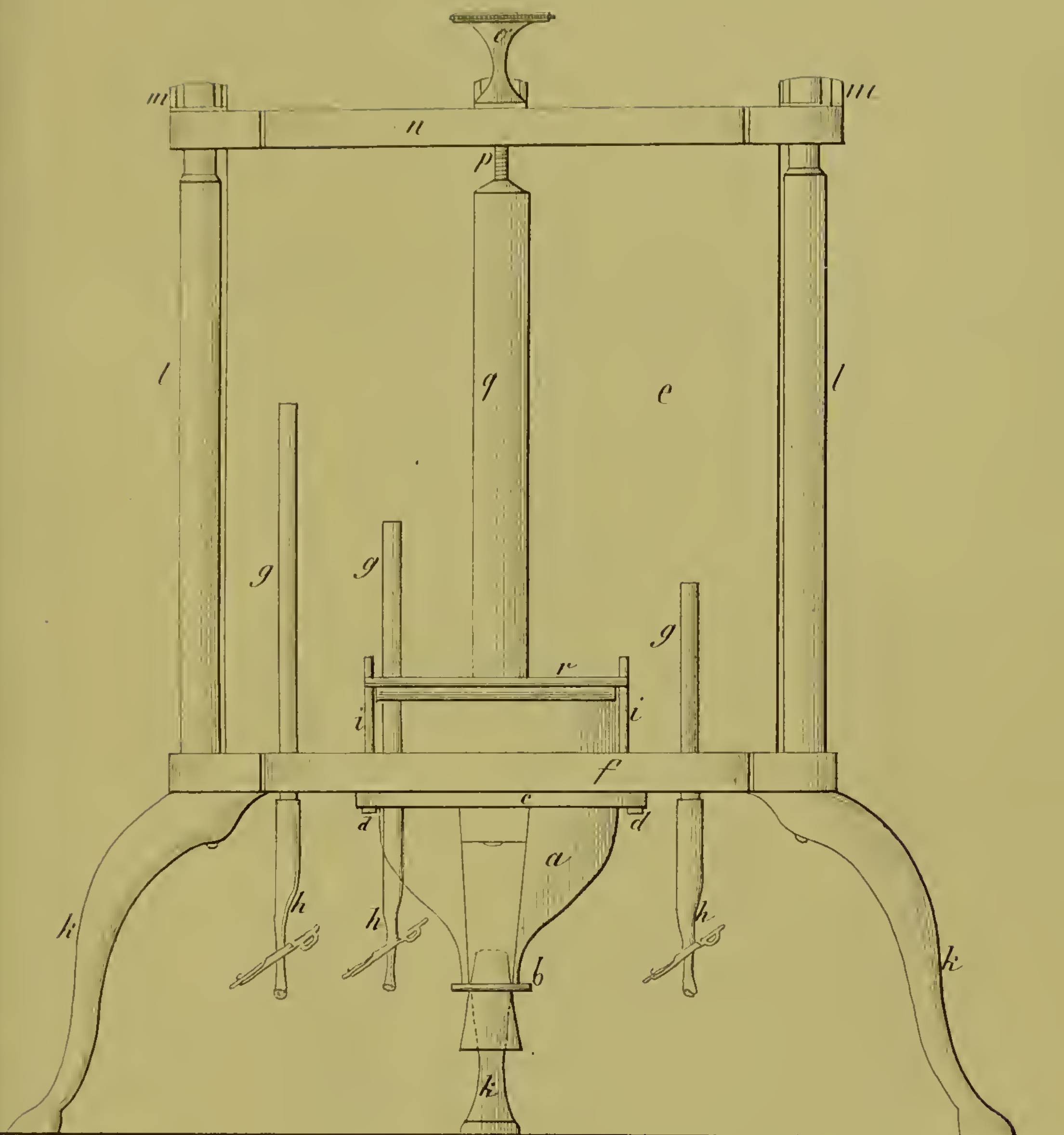
2.



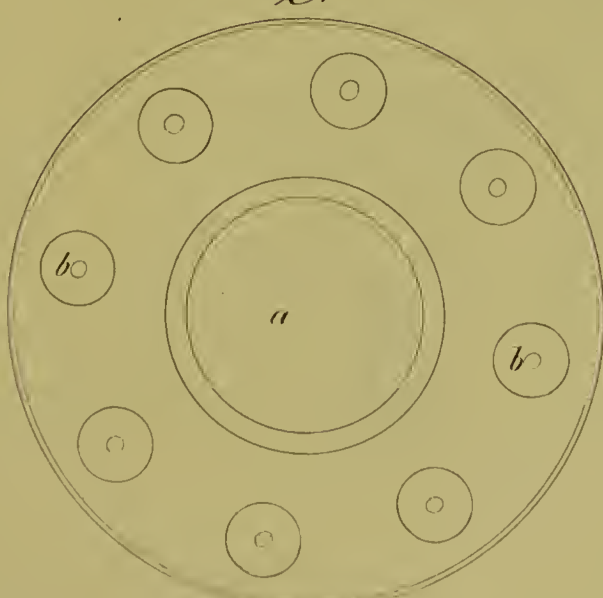

g
n
i
k
l
m
q
a
a
o
p
b
c
b
h
m
n
d
g
d
f
e
f
f

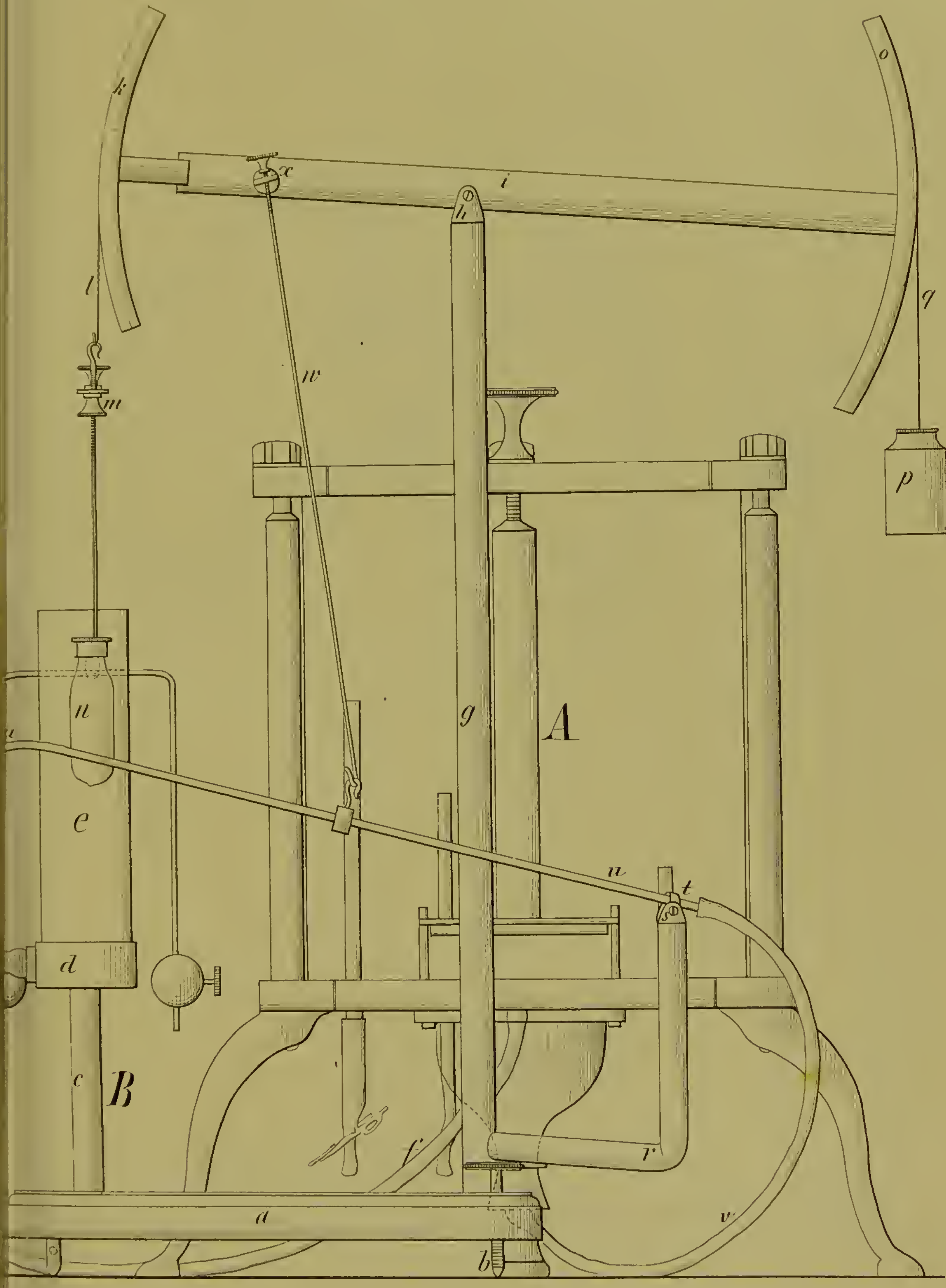
Taf. V.

1.



2.




k
o
x
i
h
l
q
m
w
p
n
u
g
A
e
n
t
d
c
B
f
r
a
v
b

2.

